

**DISEÑO DE RUTINAS Y CARTAS DE LUBRICACION PARA LOS CENTROS
DE MECANIZADO CNC DE LA COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS S.A.
SUCURSAL AV. 68**

DIEGO SEBASTIAN CALLEJAS JIMENEZ

FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA

BOGOTA D.C

2015

**DISEÑO DE RUTINAS Y CARTAS DE LUBRICACION PARA LOS CENTROS
DE MECANIZADO CNC DE LA COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS S.A.
SUCURSAL AV. 68**

DIEGO SEBASTIAN CALLEJAS JIMENEZ

**PASANTIA EMPRESARIAL PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO
MECÁNICO**

**DIRECTOR DEL PROYECTO
CARLOS JULIO CARTAGENA LINARES
INGENIERO MECÁNICO**

**FUNDACION UNIVERSITARIA LOS LIBERTADORES
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA MECÁNICA
BOGOTA D.C
2015**

Nota De Aceptación

Firma del presidente de jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá, julio de 2015

DEDICATORIA

A mi madre estar siempre en los mejores momentos de mi vida, brindándome un apoyo incondicional, siendo mi consejera, guía y fuente de motivación para todos los pasos que doy en mi vida. Gracias por todas las enseñanzas y el amor único de madre que me has brindado el cual es hoy en día la mejor bendición que tengo para seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por ser un pilar fundamental para mi crecimiento diario, por siempre creer en mí y brindarme todo su apoyo incondicional el cual es primordial para seguir con cada paso y logro que he alcanzado a lo largo de mi vida.

A mis compañeros de clases los cuales a lo largo de estos años como estudiante me brindaron su confianza y apoyo para poder cumplir mis metas y objetivos a lo largo de la carrera profesional.

Al departamento de mantenimiento de la Compañía General de Aceros S.A. por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto de grado, afianzando en mi fortalezas para mi vida personal y profesional.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCION.....	14
2. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS S.A.	15
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
3.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	17
3.2. DEFINICION DEL PROBLEMA	17
3.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACION	18
4. JUSTIFICACIÓN	19
5. OBJETIVOS	20
5.1. GENERAL	20
5.2. ESPECIFICOS.....	20
6. MARCO REFERENCIAL	21
6.1. MARCO TEÓRICO	22
6.2. MARCO CONCEPTUAL.....	23
6.2.1. ¿Qué es mantenimiento?	23
6.2.2. ¿Qué es lubricación?	23
6.2.3. ¿Qué es lubricante?	24
6.2.4. ¿Qué es un aceite?	24
6.2.5. ¿Qué es una grasa?	24

6.2.6.	¿Cómo se denominan los aceites?.....	24
6.2.7.	¿Qué es fricción?.....	25
6.2.8.	¿Qué es desgaste?	25
6.2.9.	Plan de lubricación preventivo en planta	25
6.2.9.1.	¿Qué es una carta de lubricación?	29
6.2.9.2.	¿Qué es una rutina de lubricación?	29
6.2.10.	Definición de lubricación industrial.....	31
6.2.11.	Métodos y sistemas de lubricación	32
6.2.11.1.	Lubricación manual.....	32
6.2.11.2.	Lubricación por salpique.....	33
6.2.11.3.	Lubricación por baño	34
6.2.11.4.	Lubricación por circulación	35
6.2.12.	Factores a tener en cuenta para la selección de un lubricante.....	38
6.2.13.	¿Cómo lograr la correcta lubricación?	40
6.2.14.	Identificación para los lubricantes.....	41
6.2.14.1.	Código internacional de colores para identificación de lubricantes.....	41
6.2.14.2.	Símbolos geométricos para identificar frecuencias de lubricación.....	44
6.3.	MARCO NORMATIVO.....	46
6.3.1.	PROPIEDADES FISICAS.....	46

6.3.2.	PROPIEDADES TERMICAS	47
6.3.3.	PROPIEDADES QUIMICAS	47
6.3.4.	PROPIEDADES SUPERFICIALES.....	48
6.3.5.	CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS GRASAS.....	49
6.4.	ESTADO ACTUAL.....	50
6.4.1.	Almacenamiento y manipulación	51
6.4.2.	Disposición ambiental de los lubricantes	52
6.4.3.	Lubricantes actualmente utilizados.....	54
7.	RESULTADOS	55
7.1.	PLANES DE MEJORA PARA LA LUBRICACION EN PLANTA	55
7.2.	AUDITORIA AL CUARTO DE LUBRICANTES.....	55
7.2.1.	Tambores y contenedores	55
7.2.2.	Pequeños paquetes y grasas	56
7.2.3.	Inventario	56
7.2.4.	Programa de gestión	57
7.2.5.	Prácticas de seguridad/ medio ambiente.....	57
7.2.6.	Auxiliares	58
7.3.	CAPACITACION AL PERSONAL TECNICO EN EL MANEJO DE CARTAS Y ROUTINAS DE LUBRICACION.....	58

7.4. MARCACION ADECUADA DE LOS LUBRICANTES Y PUNTOS DE LUBRICACION	60
7.5. OPORTUNIDAD DE MEJORA PARA CUARTO DE LUBRICANTES.....	62
7.6. ANALISIS PREDICTIVO DE ACEITES	64
7.7. DISEÑO DE RUTINAS Y CARTAS DE LUBRICACION PARA CENTROS DE MECANIZADO CNC	66
7.7.1. Cartas de lubricación	66
7.7.1.1. Formato para la carta de lubricación	67
7.7.1.2. Formato establecido para la carta de lubricación	69
8.1.2. Rutinas de lubricación.....	70
8.1.2.1. Formato para la rutina de lubricación	70
8.1.2.2. Formato establecido para la rutina de lubricación	72
8.2. METODO UTILIZADO PARA EL DISEÑO DE LAS CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION	73
8.3. ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO ESTIMADOS PARA LA REALIZACION DEL DISEÑO DE LAS CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION.....	74
8.4. RENTABILIDAD PARA LA COMPAÑÍA Y EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AL REALIZAR CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION PARA LOS CENTROS DE MECANIZADO CNC.....	75
8.4.1. Rentabilidad manifestada por acciones correctivas en lubricación.	78
8.4.2. Costos estimados para la implementación del proyecto	81

9. CONCLUSIONES.....	82
REFERENCIAS	84
ANEXOS.....	85

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Lubricación manual.....	32
Figura 2. Lubricación por salpique.....	33
Figura 3. Lubricación por Baño.	34
Figura 4. Lubricación de Circulación por gravedad.....	36
Figura 5. Lubricación de Circulación por Presión.....	37
Figura 6. Lubricación de Circulación centralizada por Presión.	38
Figura 7. Ejemplo para la identificación de los contenedores de lubricantes.....	43
Figura 8. Almacenamiento actual de contenedores de aceite de 55 galones.	48
Figura 9. Almacenamiento de bidones de aceite de 5 galones.....	48
Figura 10. Contenedor para la disposición final de los aceites usados.....	49
Figura 11. Procedimiento de disposición final de lubricantes usados en las máquinas.....	50
Figura 12. Capacitación para técnicos de mantenimiento en el manejo del código internacional de lubricantes para identificación de lubricantes.....	56
Figura 13. Capacitación en campo para técnicos de mantenimiento en el manejo de cartas y rutinas de lubricación.	57
Figura 14. Aceitera identificada según código internacional de colores para la identificación de lubricantes	58
Figura 15. Bidones de aceite identificados según código internacional de colores para la identificación de lubricantes	58
Figura 16. Aceiteras y pequeños contenedores de lubricantes identificados según código internacional de colores para la identificación de lubricantes	59
Figura 17. Diseño típico de un cuarto auxiliar de lubricantes.....	60
Figura 18. Formato de carta de lubricación establecido	66

Figura 19. Formato de rutina de lubricación establecido	69
Figura 20. Nivel de aceite vacío de una caja reductora de una Sierra de corte Vertical Cosen	73
Figura 21. Piñonera picada en una caja de transmisión de Sierra de corte vertical Cosen por falta de lubricante.....	73
Figura 22. Caja reductora con piñonera destruida de Sierra Kasto 420 Horizontal por falta de lubricante.....	74
Figura 23. Piñonera destruida de Sierra Kasto 420 Horizontal por falta de lubricante.....	74

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Regla practica para la selección aproximada de la viscosidad de un aceite	39
Tabla 2. Código internacional de colores para identificación de lubricantes.	41
Tabla 3. Símbolos geométricos para especificación de frecuencias de lubricación.	45
Tabla 4. Lubricantes utilizados en Compañía General de Aceros, Sucursal AV. 68.	51
Tabla 5. Numeral y descripción del diseño típico de un cuarto auxiliar de lubricantes	60
Tabla 6. Tabla de resultados en el análisis predictivo de aceites	62
Tabla 7. Tabla de inspección para la lubricación. Adjunta en la carta de lubricación.	65
Tabla 8. Tabla de inspección para la rutina de lubricación. Adjunta en la rutina de lubricación.	68
Tabla 9. Rentabilidad manifestada por acciones correctivas en lubricación.	75
Tabla 10. Vista detallada de gasto semanal en lubricantes	77
Tabla 11. Costos estimados para la implementación del proyecto	78

1. INTRODUCCION

El presente proyecto tiene como finalidad contribuir de manera eficaz en las labores diarias que se desarrollan en planta para el mantenimiento y sostenibilidad de la maquinaria CNC de la Compañía General de Aceros S.A., sucursal Av. 68 Bogotá, con la premisa que el funcionamiento óptimo de los equipos permite calidad en los productos, reduce el impacto ambiental generado y asegura los equipos con el fin de reducir riesgos en la operación de los mismos.

Este documento da a conocer una presentación general de la empresa, su misión, visión y valores centrales; enseguida da a entender la descripción del problema, definición y preguntas de investigación, se presenta la justificación y objetivos que se buscan con el desarrollo del proyecto. Se presenta un marco teórico que comprende conceptos generales sobre mantenimiento y lubricación industrial; un marco normativo que corresponde a lubricantes y un marco referencial para saber el estado actual en el que se encuentran los planes de lubricación desarrollados en planta.

Finalmente se expone el desarrollo de las contribuciones y mejoras desarrolladas en planta para la óptima lubricación en los equipos, abarcando el resultado del proyecto, cartas y rutinas de lubricación para los centros de mecanizado CNC. Y para concluir se muestran las conclusiones donde se distinguen los logros realizados en el proyecto según los objetivos planteados en el proyecto.

2. PRESENTACION DE LA COMPAÑÍA GENERAL DE ACEROS S.A.

Compañía General de Aceros S.A. es una Empresa Colombiana dedicada desde hace más de 55 años a la comercialización y transformación de aceros especiales de la más alta calidad. Que brinda a los clientes asistencia y asesoramiento técnico para un manejo óptimo del material y los servicios que presta, obteniendo productos finales de alto valor agregado y beneficiando así el desarrollo industrial de sus clientes y con ellos, el del País.

Representa las más prestigiosas siderúrgicas del mundo, con lo cual se ha construido una fuerte imagen de calidad y confianza en sus productos y servicios; aplicando todas las capacidades humanas, tecnológicas, sistemas de información y nuestro conocimiento, para garantizar el aseguramiento de la calidad en sus procesos.

2.1. MISION

Ser pioneros y el mejor aliado estratégico dentro de la cadena de valor de sus clientes, entregándoles soluciones integrales, innovadoras y competitivas.

2.2. VISION

Para el año 2022, la Compañía General de Aceros crecerá en sus ingresos 2.5 veces, con una rentabilidad comprendida entre un margen de EBITDA (ganancia antes de aplicar impuestos) igual o superior al 11%, un margen de Utilidad Neta (Ganancia total después de restar gastos) igual o superior al 7% y un retorno sobre el Patrimonio entre igual o superior al 8%

2.3. VALORES CENTRALES

- Orgullo: Tener un alto sentido de pertenencia con la organización y enorgullecerse por pertenecer a ella.
- Pasión: Sentir pasión por la empresa y la familia de la CGA (Compañía General de Aceros).

- Respaldo: Preocuparse por resolver las necesidades de sus clientes y siempre entregar la solución requerida.
- Solidaridad: Ser solidarios con sus compañeros de trabajo y apoyarse cuando se necesita.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

Para la Compañía General de Aceros S.A., es importante alcanzar los más altos estándares de calidad, seguridad industrial y compromiso ambiental. Fundamentándose en esto, el departamento de mantenimiento busca el mejoramiento continuo en sus equipos y evitar el menor número de paros posibles por averías. Los centros de mecanizado CNC ocupan un lugar sustancial de la producción en planta, donde se centra la mayor parte de la actividad económica en esta sucursal.

En estos momentos la sucursal Av. 68 en Bogotá, no cuenta con rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC, lo cual representa un inconveniente ya que no se tienen presentes agentes relacionados con el deterioro de elementos mecánicos, la vida útil de los mismos, periodicidades de lubricación en sistemas y mecanismos, cambios de lubricantes y adecuadas prácticas para evitar confusiones o dar mal uso de los lubricantes.

3.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

Con la inexistencia de rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC, hace necesario evaluar a partir de su estado actual el impacto positivo que puede generar el diseño y futura implementación de las mismas, ya que se fortalecerían procedimientos de lubricación en las máquinas, se llevaría un mejor control y buenas prácticas para lubricar equipos en planta y se considerarían los efectos positivos que a largo plazo esto traería.

3.3. FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Qué rutinas y cartas de lubricación son las apropiadas para satisfacer las necesidades de funcionamiento óptimo para cada centro de mecanizado CNC de la Compañía General de Aceros S.A?

3.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACION

- ¿De qué manera se beneficia el plan de lubricación en planta, considerando el estado actual del mismo en los centros de mecanizado CNC?
- ¿Qué importancia tiene para el mantenimiento de los centros de mecanizado CNC la implementación de rutinas y cartas de lubricación?
- ¿Cuál es la mejor manera de diseñar una rutina y carta de lubricación que satisfaga las necesidades para cada uno de los centros de mecanizado CNC?
- ¿Cómo se beneficia el departamento de mantenimiento y la compañía con la implementación de rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC?
- ¿Qué factores de mantenimiento deben tenerse en cuenta a la hora de generar las rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC?

4. JUSTIFICACIÓN

El departamento de mantenimiento en Compañía General de Aceros S. A., juega un papel importante en el conjunto de todo el funcionamiento de sí misma, ya que este garantiza el óptimo funcionamiento de los equipos y la vida útil de los mismos para así obtener altos estándares de calidad por los cuales la empresa se caracteriza. Dentro del mantenimiento se establecen pilares fundamentales para su principal caracterización como son: Garantizar que no se presenten accidentes con el grupo humano de la compañía, minimizar pérdidas materiales por defectos en la producción y asegurar el funcionamiento óptimo y adecuado de los equipos en planta.

Para la correcta realización de las rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC, es importante reconocer factores que pueden afectar el desempeño de la maquinaria, identificar que cada equipo necesita de su mantenimiento peculiar y atiende a necesidades propias; además de inferir que se vería la mejora positiva en la información que se maneja por cada máquina y sujeto a esto las buenas prácticas para el departamento de mantenimiento tendrían mayor enriquecimiento.

El propósito por el cual se busca integrar un plan de lubricación para los centros de mecanizado CNC, obedece a que todo buen plan de mantenimiento debe conservar la vida útil de las máquinas, y la lubricación intensifica estas acciones, de tal manera en que se evita el desgaste por contacto entre superficies móviles, se previene la corrosión en los elementos metálicos, refrigera elementos que se encuentran en interacción, elimina impurezas en los sistemas, entre otros.

Junto con un plan rutinario establecido de lubricación y la identificación de los puntos a lubricar por cada uno de los quipos, se acrecentara la vida útil en estos, se reducirá el impacto ambiental al controlar los consumos y se intensificara la confiabilidad en el estado óptimo de la maquinaria.

5. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Diseñar las rutinas y cartas de lubricación que satisfagan las necesidades de funcionamiento óptimo para cada centro de mecanizado CNC de la Compañía General de Aceros S. A. sucursal Av. 68, Bogotá.

5.2. ESPECIFICOS

- Detallar el estado actual de la lubricación en los centros de mecanizado CNC para así tener herramientas con las cuales favorecer el plan actual del mismo.
- Precisar la importancia que tiene para el mantenimiento de los centros de mecanizado CNC la implementación de rutinas y cartas de lubricación.
- Concertar la mejor manera de realizar el diseño de las cartas y rutinas de lubricación que satisfagan las necesidades para cada uno de los centros de mecanizado CNC.
- Identificar el beneficio que recibe el departamento de mantenimiento y por ende la compañía con la implementación de las rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC.
- Determinar los factores de mantenimiento que deben tenerse en cuenta para la generación de las cartas y rutinas de lubricación para los centros de mecanizado CNC.

6. MARCO REFERENCIAL

La Compañía General de Aceros S.A, dentro de su sustento primordial cuenta con procesos de transformación del acero para darle una forma designada y así llegar a la satisfacción de sus clientes, quienes buscan siempre los más altos estándares de calidad y de cumplimiento en sus productos. Para que parte de ello sea posible, la Compañía General de Aceros cuenta con un programa de mantenimiento para que sus equipos se encuentren en las más óptimas condiciones de trabajo, y parte de la estrategia en la búsqueda del mejoramiento y las condiciones más óptimas de los equipos, se plantea la elaboración de rutinas y cartas de lubricación de los centros de mecanizado CNC quienes brindan parte importante en el sostenimiento de la productividad de la compañía.

En la búsqueda de altos estándares de calidad para el reconocimiento de la compañía se crea la necesidad de contribuir en la realización de proyectos sostenibles para el mejoramiento continuo en todos los sectores de la compañía y así lograr el reconocimiento de calidad y servicio prestado a sus clientes. De esta manera el proyecto para la creación de rutinas y cartas de lubricación de los centros de mecanizado CNC, brinda iniciativa para el reconocimiento de los procesos que se llevan a cabo dentro de esta y del mismo modo brindar un apoyo al departamento de mantenimiento para el sostenimiento de los equipos.

La perseverancia por determinar el correcto modo de llevar a cabo el proyecto, se ha compilado información de los actores fundamentales del problema, es decir el personal técnico quien enfrenta la problemática de lubricación, ya que este día a día debe enfrentarse y tener presente el estado de elementos mecánicos de los equipos por lubricación y así conservar el estado óptimo de los equipos; de antemano el personal administrativo de mantenimiento también se ve afectado en el proceso al no determinar las correctas técnicas de lubricación que cada equipo requiere. Posteriormente se realizan investigaciones a partir de manuales de mantenimiento especializados por el fabricante, para así asignar las correctas técnicas, tareas, métodos en la lubricación que le corresponden a los elementos mecánicos que sufren desgaste en este tipo de maquinaria.

Una vez realizado el proceso se tienen conocimientos sólidos para la elaboración del diseño de las rutinas y cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC, que servirá de referente para tareas de lubricación en los equipos e instructivos para el capital humano de la compañía que lo requiera.

6.1. MARCO TEÓRICO

El área mantenimiento de las grandes empresas de producción a nivel mundial constituye un factor importante para que sus productos obtengan la mejor condición y de ante mano el reconocimiento por calidad y prestación de servicio a sus clientes, en donde factores como la lubricación de sus equipos juegan papeles importantes, ya que pueden constituir gradualmente el deterioro y pérdida de vida útil en los elementos mecánicos de los equipos.

La lubricación de los centros de mecanizado CNC, en este momento no se encuentra de manera constituida o elaborada, ya que ésta depende de inspecciones visuales o por aviso omiso por falta de lubricante en los dispositivos mecánicos que brindan la lubricación en los equipos; muchos de los inconvenientes presentes son la falta de información por parte de instructivos que complementen de manera adecuada la realización de lubricación correspondiente a los equipos, es de esta manera que se genera la solución a dichos inconvenientes al plantear diseñar las rutinas y cartas de lubricación pertinentes a cada centro de mecanizado CNC y así tener procedimientos óptimos y de confianza para el capital humano de la compañía.

En la actualidad el área de mantenimiento para las grandes industrias comprende grandes beneficios ya que de allí dependerán la reducción por pérdidas en el deterioro de los equipos de sus elementos mecánicos, reducir costos por reparaciones y así mismo analizar datos históricos para facilitar el acceso a la información de los equipos, con esto quiere decir que representa la mejora en cuanto a la planificación de costos de operación del equipo a emplear; se mejora en cuanto a gestión para diseñar mantenimientos preventivos, se desarrollan estrategias para el mejoramiento de la maquinaria, innovación o mejoras que se acomoden a la actualidad de la industria.¹

¹García Palencia Oliverio (2007), Indicadores para la gestión del mantenimiento industrial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

6.2. MARCO CONCEPTUAL

6.2.1. ¿Qué es mantenimiento?

El mantenimiento es todo tipo de actividad, cuyo propósito corresponde a preservar, sostener y garantizar el funcionamiento y el estado óptimo de cuales quiere que fuesen los elementos a intervenir. De manera que se puedan corregir, prevenir y pronosticar fallas de cualquier índole que afecte al funcionamiento de los equipos.

Los objetivos fundamentales del mantenimiento son

- Garantizar la disponibilidad de los equipos e instalaciones para producción.
- Reducir costos por paradas de producción ocasionados por deficiencia, mediante la intervención de mantenimiento en momentos propicios
- Prolongar o mantener la vida útil de los equipos
- Maximizar al máximo los recursos disponibles para la función del mantenimiento
- Reducir costos de operación y reparación de los equipos en las mejores medidas posibles ¹

6.2.2. ¿Qué es lubricación?

La lubricación es una herramienta de mantenimiento que nos permite conocer a fondo los lubricantes utilizados, sus características, aplicaciones, vida útil, para que de esta manera se le pueda dar uso apropiado en el correcto desempeño de la maquinaria.

Dentro del mantenimiento preventivo se tiene contemplado el cambio oportuno de lubricantes en fechas determinadas, y por ello es importante aplicar lubricación en cantidades en sus momentos adecuados y en el mecanismo adecuado. Como objetivo se buscan los menores costos de mantenimiento, es decir realizar análisis de laboratorio por partículas de desgaste o contaminantes en el aceite, como también reemplazar lubricantes que brinden ahorro en energía de manera proactiva.²

6.2.3. ¿Qué es lubricante?

Un lubricante es toda sustancia Solida, liquida o gaseosa que se interpone al rozamiento, movimiento relativo entre dos o más superficies para así facilitar su movimiento y reducir fricción

6.2.4. ¿Qué es un aceite?

Los aceites son sustancias de procedencia animal, vegetal, mineral o sintética, que son utilizados en tareas de lubricación de elementos mecánicos para perseverar la vida útil de los mismos. Los primeros aceites utilizados por el hombre fueron los de origen vegetal, como los de girasol, jojoba, varias semillas o frutos, con buenas propiedades de lubricación pero a altas temperaturas se descomponían con facilidad; los aceites de procedencia animal también tuvieron su apogeo en el siglo 20 en donde se extraía en gran parte de las ballenas, ocasionando una reducción drástica en ballenas por lo cual se han mitigado este tipo de aceites; y en la actualidad encontramos aceites sintéticos, los cuales tienen una vida útil más extensa, mayores áreas de aplicación, pero su auge no es tan alto debido a sus costos para su implementación.

6.2.5. ¿Qué es una grasa?

Las grasas se denominan como aceites que han sido espesados, para áreas donde no se puede tener concentración de aceite por ejemplo como los son bujes y rodamientos principalmente. Las grasas según su consistencia dureza, se encuentran desde las (NGLI 000) hasta la más dura (NLGI 6), siendo la más frecuente la medida de consistencia (NLGI 2).

El aditivo espesante para las grasas se denomina jabón, aunque existen sin este tipo de aditivo y el aditivo de jabón más utilizado es el de litio, para las grasas multipropósito.

6.2.6. ¿Cómo se denominan los aceites?

Actualmente los aceites se clasifican en dos grandes ramas, para el sector automotriz y para el sector industrial.

- Los aceites para el sector industrial son clasificados por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), quienes clasifican los aceites según su viscosidad medida en centiStokes (cST) a 40°C.

- Los aceites para el sector automotriz son clasificados según la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE), quienes determinan aceites para motores y para engranajes, existiendo los aceites monogrados y los multigrados. Además estos aceites traen especificaciones de calidad de American Petroleum Institute (API) por sus siglas en inglés, según las mejoras que realizan los fabricantes a sus aceites, como por ejemplo Aceite SAE 20 W 40 API SL.³

6.2.7. ¿Qué es fricción?

La fricción es toda fuerza que se opone al movimiento, que de alguna manera mecánicamente es indeseable y difícil de eliminar por completo. El contacto diario con elementos cotidianos como lo son el caminar, usar, usar productos, utilizar ropa, si no existiera la fricción ninguno de estos fenómenos existiría, ya que las moléculas de cada elemento y por su misma configuración física tienden a resistirse la una de la otra.

6.2.8. ¿Qué es desgaste?

El desgaste es aquella pérdida de material dimensional ocasionada por el fenómeno de la fricción, en donde dos elementos o más, por contactos repetitivos o de intensidad pierden ciertas cantidades de material, en cantidades relativas pero que de alguna manera representan un impacto en la forma original del estado natural de los elementos.

6.2.9. Plan de lubricación preventivo en planta

Para obtener el mejor desempeño en la maquinaria, evitar averías y alargar la vida útil de los mismos es esencial contar con buen plan de lubricación que proteja el equipo, reduzca el desgaste excesivo y reduzca al mínimo los paros en planta.

El departamento de mantenimiento es el principal encargado de garantizar, establecer y desarrollar un buen plan de lubricación preventivo en planta. Y para cumplir este propósito debe seguir una serie de pasos lógicos para proporcionar una lubricación óptima, aprovechar al máximo los recursos, garantizar seguridad en las máquinas y reducir los costos.

Un óptimo plan de lubricación en planta debe con una serie de parámetros o requisitos, los cuales serán reducidos según lo requiera el tamaño de la planta.

- **Encuestas.** Las cuales servirán para verificar como, con qué y quien está haciendo la lubricación en los equipos. Esta encuesta debe constar de elementos tales como:
 - A. Departamento o división
 - B. Tipo de equipo
 - C. Tipo de mecanismo que lubrica
 - D. Marca o identificación del lubricante
 - E. Como lo aplica
 - F. Frecuencias de cambio, engrase o chequeo
 - G. Responsable de lubricarlo
 - H. Departamento responsable

- **Clasificar los lubricantes.** Se debe realizar una correcta clasificación de acuerdo a su uso, aplicación, grados de viscosidad, entre otros para que de esta manera se eviten confusiones, además de tener cantidades que cubran casos de emergencia donde sea necesario un cambio total.

- **Carta de lubricación y tarjeta de control.** Con la información obtenida a partir de la encuesta y la correcta clasificación de los lubricantes, se deben realizar cartas de lubricación que consignen los siguientes ítems.
 - A. Departamento o división
 - B. Equipo o maquina
 - C. Mecanismo a lubricar
 - D. Marca del lubricante
 - E. Método de aplicación
 - F. Frecuencia de chequeo, relleno o cambio

G. Responsable de aplicación

H. Departamento responsable

- **Reporte de consumo.** Es de gran importancia conocer el consumo de los lubricantes y para esto es necesario llevar un registro para detectar el progreso o incremento en los consumos. La mayor parte de gastos por lubricantes se ven relacionados por fugas de aceites, fallas en los sellos, cambios de aceite a des tiempo, no tapar bien los envases, entre otros.

- **Mejorar métodos de aplicación.** En lo posible se deben actualizar los sistemas de lubricación, ya que en la actualidad se cuentan con elementos como los son bombas centralizadas automáticas de lubricación, las cuales cubren áreas importantes en los equipos y con la ayuda de estas se reducirían errores humanos por lubricación en los equipos.

- **Manejo y almacenamiento.** Las buenas prácticas para el manejo y almacenamiento de lubricantes incluyen.
 - A. Tener un stock adecuado de lubricantes el cual no sea ni el menor ni tampoco excesivo.
 - B. Adquirir depósitos grandes para el almacenamiento de lubricantes, ya que así se reducen los costos de compra al mayor en lubricantes.
 - C. Mejorar el transporte interno de los lubricantes y envases, teniendo el debido cuidado de no estropearlos o golpearlos.
 - D. Controlar y dar disposición de los envases vacíos
 - E. Evitar pérdida del estado original de los envases ya que estos pierde valor al no conservarse
 - F. Marcar los lubricantes con una codificación interna para identificarlos
 - G. Cuidar los productos contra productos contaminantes y la exposición al medio ambiente. Se sugiere ubicar los tambores de manera horizontal

- **Evaluación de nuevos lubricantes.** Es importante estar al día con los avances tecnológicos en propiedades que tienen los lubricantes, ya que estos son los que brindan ventajas sobre los demás

- **Mantenimiento de los lubricantes.** Se debe tener en cuenta la vida útil de los lubricantes y realizar análisis a los mismos con un proveedor que tenga el conocimiento, ya que esto suma importancia en factores como el conocimiento oportuno para cambio de lubricantes, paros imprevistos por deterioro en los mecanismos de la máquinas y para esto es importante poder contar con las siguientes herramientas
 - A. Contar con un laboratorio para identificar el estado de los lubricantes
 - B. Personal especializado que conozca sobre lubricantes y lubricación
 - C. Ayudarse con especificaciones de lubricantes nuevos
 - D. Programar periodos para analizar los cambios provechosos
 - E. Realizar análisis de lubricantes cuando la inspección visual o de olor no se percibe
 - F. Para un análisis completo, utilizar un laboratorio privado de reconocido prestigio.

- **Entrenamiento de personal.** El personal debe cumplir con los desempeños que satisfagan al departamento tales como
 - A. Conocimientos sobre lubricación
 - B. Conocimiento en equipo de lubricación
 - C. Aplicación
 - D. Tipos de lubricantes
 - E. Manejo
 - F. Análisis y pruebas
 - G. Cuidado para los lubricantes ⁴

6.2.9.1. ¿Qué es una carta de lubricación?

Las cartas de lubricación para maquinaria, son herramientas de información real y actualizada que nos permiten conocer las mejores prácticas de lubricación, estandarizar los lubricantes, es decir darles relación de uso específica en los componentes y lubricantes empleados. Las cartas de lubricación nos permiten hacer la correcta selección entre el lubricante y su aplicación, para así evitar altos costos, como lo puede ser por utilizar lubricantes de alto desempeño en zonas donde no lo requiera, o por lo contrario lubricantes que no cumplan con las exigencias y deterioren la vida útil de los componentes.⁵

6.2.9.2. ¿Qué es una rutina de lubricación?

Las rutinas de lubricación consisten en procesos de reconocimiento de necesidades por cambiar o a mejorar al respecto de procedimientos en el mejoramiento continuo de mantenimiento en los equipos respecto a su lubricación, en donde se tienen aspectos importantes tales como los son:

- **Comparar desempeños:** En este aspecto se seleccionan criterios a mejorar a partir del análisis o de la experiencia obtenida; se cuantifica el desempeño actual de los procedimientos y por último se establecen metas y prioridades.
- **Definir oportunidades:** En este ítem se optimiza el plan de mantenimiento guiado hacia la lubricación de nuestros equipos; prevenimos fallas; se minimiza la severidad o concurrencia de fallas y se establece un plan de trabajo.
- **Diseñar mejores prácticas:** Se analizan aceites para su inspección; se determinan los lubricantes a utilizar; se procede a la realización de procedimientos para mejores prácticas; se lleva un control de contaminación o desgaste en el aceite y por último se presenta un diseño para su sostenimiento y confiabilidad.
- **Implementar mejores prácticas:** Se lleva a entrenamiento, inducción o capacitación al personal que refleje el trabajo; Se lleva al campo para el reconocimiento de tareas y habilidades a desarrollar y por último se llevan modificaciones a los equipos si es necesario.

- **Examinar y revisar:** Se lleva a cabo la verificación de los ítems para la meta propuesta en la lubricación ⁶

¹ Departamento de mantenimiento, sucursal AV. 68, Campania General de Aceros S.A.

² Manual de mantenimiento (1991), SENA Fedemental, Santafé de Bogotá.

³ Martínez Pérez Francisco (2002), La tribología, Ciencia y técnica para el mantenimiento (ed. Limusa).

⁴ Olloqui Aquiles. Bases para un buen programa de lubricación preventiva. Seminario de ingeniería mecánica. México. Universidad de nuevo león. Facultad de ingeniería mecánica y eléctrica, 1967. 8 P

⁵ Adrián Estuardo Cruz Rosas, Holcim Apasco Planta Orizaba, La Carta de Lubricación: Un Documento Clave en la Gestión de Lubricación en Holcim Apasco, Planta Orizaba. Noria - Revista Machinery Lubrication. Febrero 2009

⁶ Segovia Jean Carlos (2013), Mantenimiento industrial, Plan de lubricación

6.2.10. Definición de lubricación industrial

En lubricación industrial se denomina lubricación al procedimiento para reducir fricción entre dos o más elementos móviles, refrigerar o prevenir sobrecalentamiento en operaciones que por el mismo trabajo de contacto entre elementos que generan desprendimiento de material, transferencia mecánica de calor, protección contra la corrosión, limpieza a superficies, sellado de dispositivos o mecanismos y transmisión potencia hidráulica.

Lubricación

En lubricación la función primordial de un lubricante es la de minimizar en contacto entre superficies que se encuentran en operación con el fin de evitar desgaste entre elementos y ahorrar energía.

Refrigeración

Otra de las funciones por las cuales los lubricantes son frecuentemente usados es con el fin de refrigerar, transferir calor de áreas frías a áreas calientes. Los ejemplos más comunes en donde se ve familiarizada esta labor es en los motores de los vehículos, aceites para compresores, aceites para engranajes, aceites para turbinas, aceites de corte, entre otros.

Proteger contra corrosión

Una de las funciones principales de los lubricantes además de minimizar desgaste entre superficies en contacto, es la de proteger periódicamente los elementos que lubrica, consolidando de manera eficaz cualquier ataque químico al cual se vea expuesto como lo puede ser la humedad u otros agentes químicos que se encuentren en su entorno.

Limpieza de superficies

Los lubricantes determinan el estado óptimo, lucido, de las superficies, evitando que las partículas suspendidas en el ambiente, polvillos o sustancias solubles perjudiquen de alguna manera los elementos en lubricación. Estas características son fundamentales para motores de combustión o máquinas con trabajo constante y en ambientes rudos.

Sellado

Es característico en los lubricantes que se encuentren de manera hermética para proveer las óptimas características en algunos sistemas, como lo son en los motores

que necesitan un correcto selle entre los anillos del pistón y las paredes de los cilindros.

Transmisión de potencia

Los lubricantes como lo son los aceites hidráulicos, son usados para transmisión de potencia y abarcan las características fundamentales, evitan desgaste, perdidas por transferencia de calor, protegen de la corrosión, limpian las superficies y fundamentalmente se encuentran herméticos para cumplir su funcionamiento característico.

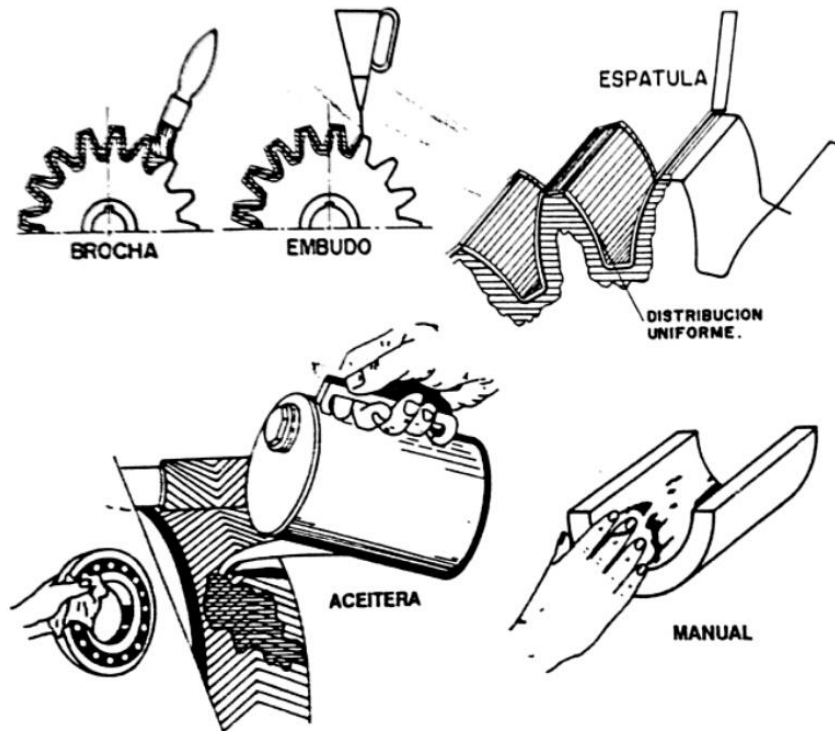
6.2.11. Métodos y sistemas de lubricación

Para garantizar que los componentes mecánicos estén lubricados de la manera adecuada y en tiempos correctos que el dispositivo o el mecanismo lo requiera, existen diversos métodos y sistemas que satisfacen estas necesidades.

6.2.11.1. Lubricación manual

Este método de lubricación consiste en la aplicación directa en el mecanismo con una aceitera o pistola engrasadora y para lograr una mejor distribución del lubricante se utiliza una brocha en caso de aceite o una espátula en caso de usar grasa.

Figura 1. Lubricación manual.



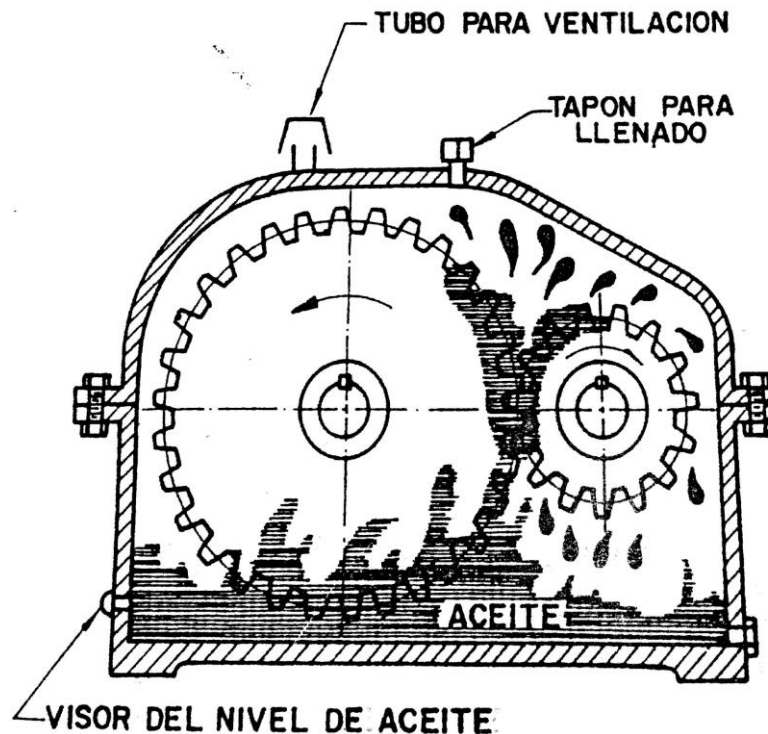
Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

6.2.11.2. Lubricación por salpique

Este tipo de lubricación es utilizado en sistemas cerrados como en el caso de reductores, además de ser este método de lubricación uno de los más económicos y simples por su funcionamiento. Consiste en llenar parcialmente la caja donde se encuentre el sistema, considerando un nivel adecuado el cual se encargara de salpicar las superficies y mantenerlas lubricadas al ritmo que funcione el mecanismo.

Se debe dar a consideración que mantener un nivel bajo de aceite dará lugar a fricción sólida y por consiguiente a largo plazo los mecanismos presentaran un fuerte desgaste, es por eso que el visor de aceite debe siempre estar limpio y reconocible.

Figura 2. Lubricación por salpique.

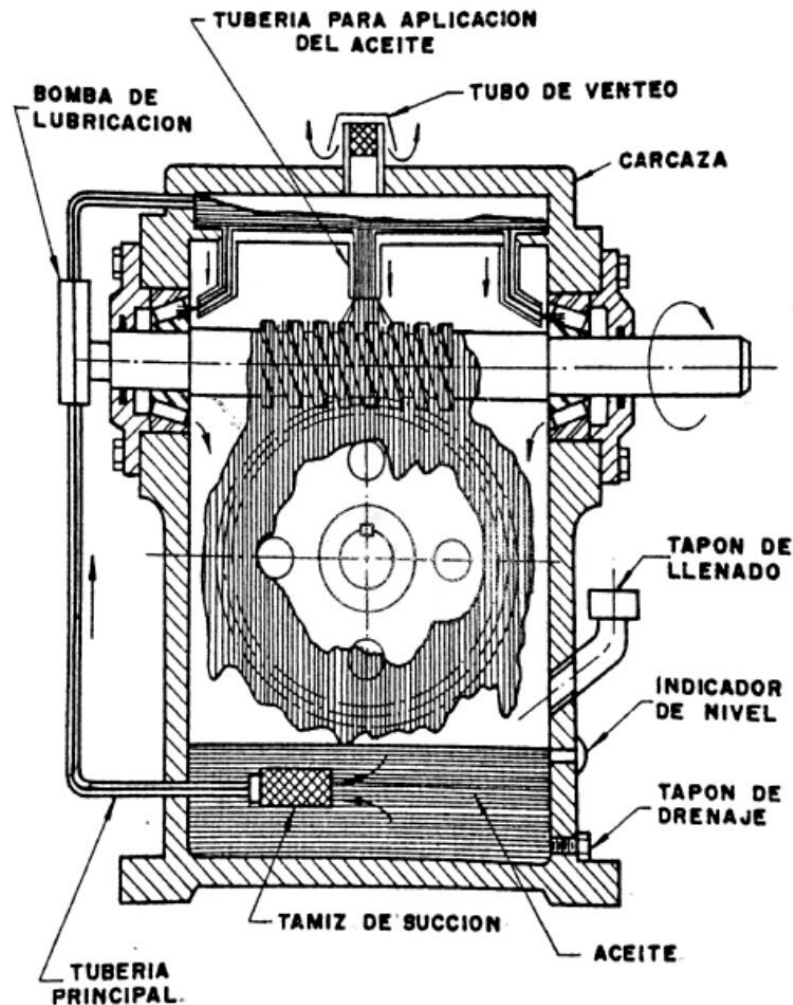


Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

6.2.11.3. Lubricación por baño

La lubricación por baño es usada cuando la velocidad del elemento a lubricar es muy bajo y no se puede utilizar el método de salpique. Este funciona a partir de una bomba que se alimenta de aceite, la cual a través de tubería para aplicación de aceite distribuye las cantidades necesarias y el aceite aplicado cae nuevamente al depósito de aceite donde succiona la bomba para reiniciar el ciclo.

Figura 3. Lubricación por Baño.



Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

6.2.11.4. Lubricación por circulación

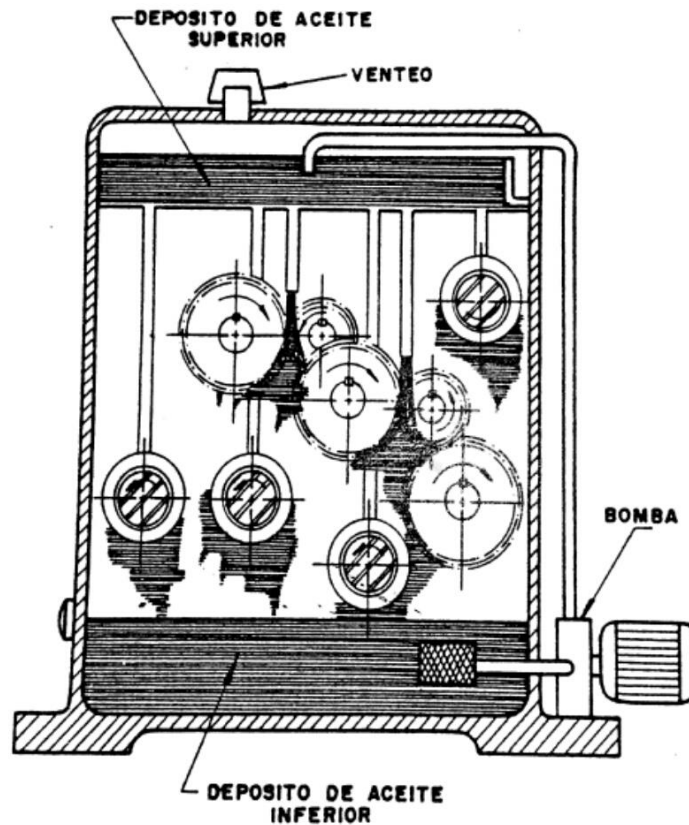
Es el método de lubricación que se considera más efectivo, ya que este permite lubricar las superficies en contacto para evitar desgaste y a su vez refrigerar, de tal manera que evita el incremento de temperatura en el sistema y mitiga las fallas en los elementos mecánicos.

Estos se pueden clasificar en:

A. Por gravedad

Este funciona mediante una bomba de aceite que recoge el lubricante, lo distribuye por la tubería de aceite que está ubicada estratégicamente encima los mecanismos para ser lubricados y una vez los cubre en aceite este vuelve a bajar al depósito para volver a realizar el ciclo de lubricación.

Figura 4. Lubricación de Circulación por gravedad.



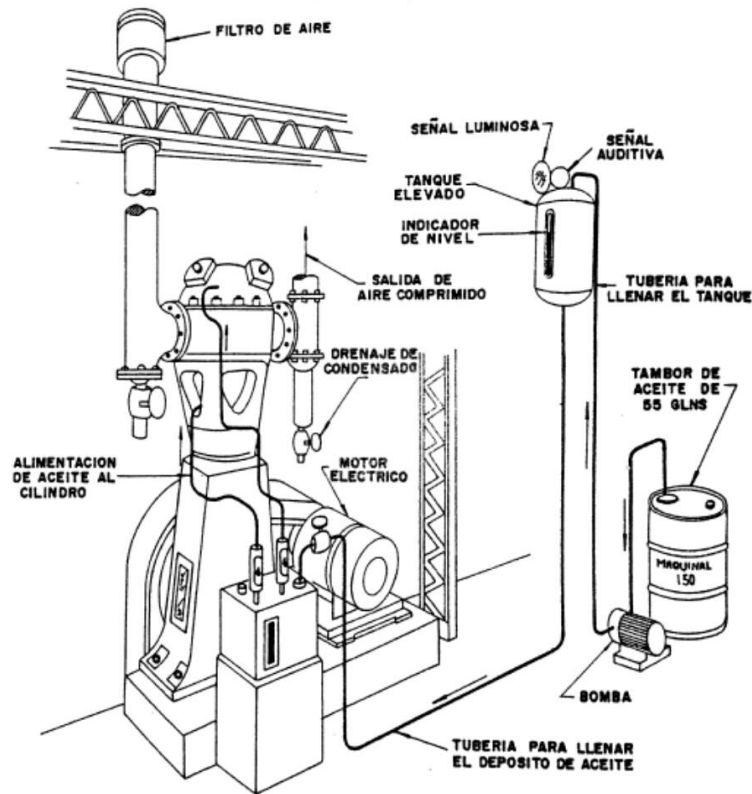
Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

B. Por presión

Este sistema de lubricación se compone por un depósito de aceite, una bomba de circulación que distribuye el aceite a los mecanismos, un enfriador, filtro de aceite, un regulador de flujo, la red de tuberías encargada de distribuir el aceite, boquillas para atomizar al aceite, una tubería de retorno y una válvula de seguridad. Por lo

general se emplean en equipos que necesitan lubricar por grandes cantidades de aceite y además deben controlar la temperatura de trabajo.

Figura 5. Lubricación de Circulación por Presión.

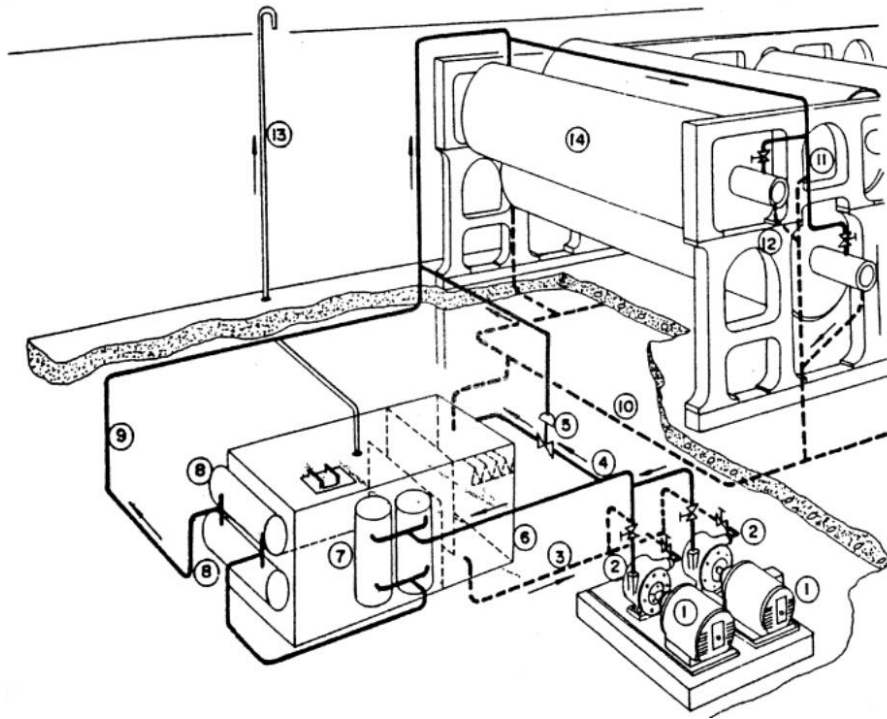


Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

C. Centralizada por presión

En este caso la lubricación por presión puede ser utilizada para lubricar varias máquinas al mismo tiempo, en diferentes mecanismos o sistemas, el depósito de lubricación es común para todas por lo cual la cantidad de depósito debe ser mayor, y así permitir que el aceite se reacondicione mejor a temperaturas de trabajo.

Figura 6. Lubricación de Circulación centralizada por Presión.



Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

6.2.12. Factores a tener en cuenta para la selección de un lubricante

En la lubricación industrial es importante asegurar que los aceites estén protegidos bajo los regímenes de viscosidad que el fabricante del equipo determine para así asegurar el óptimo desempeño de estos y en condiciones recomendadas. De no presentarse ninguna recomendación por parte del fabricante se deben tener en cuenta los siguientes factores.

Velocidad

Cuando la velocidad de los equipos es muy alta es recomendable utilizar un aceite de baja viscosidad y viceversa, utilizar uno de alta viscosidad cuando las velocidades de trabajo son bajas.

Carga

Para cargas bajas la viscosidad del lubricante debe ser baja y en cargas altas la viscosidad del aceite debe ser alta, esto con el fin de aumentar la capa entre piezas que están en contacto.

Temperatura

Este es el factor más importante a tener a la hora de elegir un lubricante, para trabajo de lubricante en altas temperaturas se debe emplear un lubricante con alta viscosidad y para trabajos con bajas temperaturas un grado de viscosidad bajo.

Tabla 1. Regla practica para la selección aproximada de la viscosidad de un aceite

Factores	Viscosidad		
	Baja	Media	Alta
Velocidad	Alta	Media	Baja
Carga	Baja	Media	Alta
Temperatura	Normal	Media	Alta

Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

- Clasificación de la viscosidad en función del grado ISO VG.

Baja: ISO 32 – 68

Media: ISO 100- 220

Alta: ISO 320 – 680

- Clasificación según su Velocidad.

Baja: 0 – 450 RPM

Media: 450 – 900 RPM

Alta: Mayor a 900 RPM

- Clasificación según su temperatura de operación.

Normal: 10°C – 35 °C

Media: 35°C – 59°C

Alta: Mayor a 59°C

6.2.13. ¿Cómo lograr la correcta lubricación?

Las correctas prácticas en lubricación dependen de factores importantes como los son

Asignación de un responsable para la lubricación

Es necesario delegar un responsable en la lubricación, ya que debe tener funciones específicas acerca de los equipos a lubricar según las ordenes establecidas por sus jefes, tomar decisiones a la hora de presentarse problemas con la lubricación, seguir criterios establecidos por los equipos y no criterios personales o arbitrarios.

Seguimiento a los informes de los lubricadores

Los informes de lubricación de los equipos no deben ser simplemente almacenados, estos deben ser analizados para corregir fallas futuras y evitar deficiencias que puedan estar ocurriendo en los equipos.

Tener en cuenta los sistemas automáticos centralizados de lubricación

En la actualidad la mayoría de los equipos cuentan con unidades automáticas de lubricación, por lo cual facilitan de alguna manera la lubricación de los elementos mecánicos, no obstante al ser otro equipo incorporado es necesario realizarles mantenimiento y verificar periódicamente su óptimo funcionamiento o de lo contrario estos estropearan la lubricación y será necesario lubricar de manera manual.

Empleo de una sola marca de lubricantes

Los lubricantes que cada equipo recomienda según su fabricante se deben seguir según lo indique, pero cabe resaltar que se deben buscar equivalencias de viscosidad en los lubricantes para así evitar confusiones diversas al emplear los lubricantes.

Frecuencias apropiadas de lubricación

El uso de los lubricantes debe ser controlado, la maquinaria no tiene que estar lubricada arbitrariamente y en cantidades desconocidas, por lo contrario estas deben desempeñarse a partir de las indicaciones técnicas que suministra el fabricante, de tal manera que se puedan controlar los costos de los lubricantes y llevar un control ordenado de los mismos.

6.2.14. Identificación para los lubricantes

Para la facilidad en la identificación de los lubricantes existen herramientas que permiten la fácil identificación de los lubricantes dependiendo de su uso y grado de viscosidad, además de símbolos indicadores para la periodicidad de la lubricación en planta.

6.2.14.1. Código internacional de colores para identificación de lubricantes

Este código de colores para la identificación de lubricantes permite evitar confusiones importantes como los son en el caso de determinar el área de aplicación de lubricante, identificar la marca del lubricante, conocer el grado de viscosidad del lubricante y llevar un control ordenado de los lubricantes.

Esta información debe estar indicada tanto en los pequeños contenedores de lubricantes como los grandes, con el objetivo primordial de evitar confusiones en uso inadecuado.

Tabla 2. Código internacional de colores para identificación de lubricantes.

CODIGO INTERNACIONAL DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LUBRICANTES					
TIPO DE LUBRICANTE		COLOR PARA IDENTIFICACION DEL ACEITE	COLOR DEL NOMBRE DEL ACEITE	COLOR DEL CIRCULO	COLOR DEL NUMERO DEL CIRCULO
ACEITE	GRASA				
TURBINAS DE VAPOR HIDRAULICAS Y GAS		AMARILLO	NEGRO	NEGRO	AMARILLO
REDUCTORES, MOTORREDUCTORES		BLANCO	ROJO	ROJO	BLANCO
BOMBAS CENTRIFUGAS Y ALTERNATIVAS		MORADO	BLANCO	BLANCO	MORADO
SISTEMAS HIDRAULICOS		VERDE OSCURO	BLANCO	BLANCO	VERDE OSCURO
COMPRESORES (ALTERNATIVOS, TORNILLO, LOBULOS) AIRE		ROJO	BLANCO	BLANCO	ROJO
COMPRESORES DE REFRIGERACION Y OTROS GASES		NARANJA	BLANCO	BLANCO	NARANJA
CILINDROS DE VAPOR Y A PLENA PERDIDA		GRIS OSCURO	BLANCO	BLANCO	GRIS OSCURO
TRANSFERENCIA DE CALOR, DIELECTRICOS		NEGRO	AMARILLO	AMARILLO	NEGRO
MOTORES DE COMBUSTION INTERNA		AZUL OSCURO	NEGRO	NEGRO	AZUL OSCURO

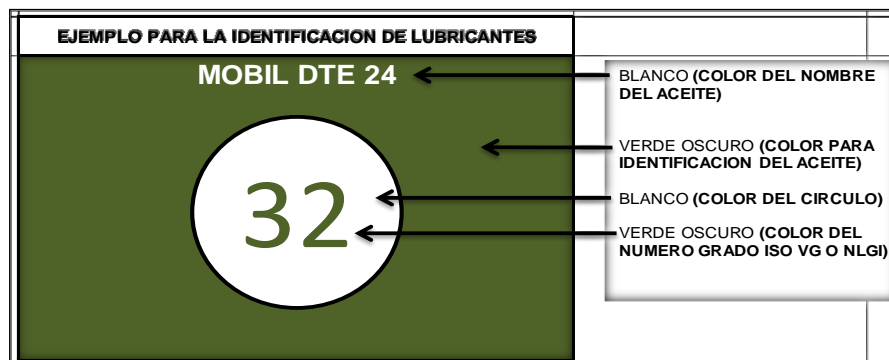
Tabla 2. (Continuación)

CAJA Y DIFERENCIAL		VERDE ESMERALDA	NEGRO	NEGRO	VERDE ESMERALDA
TRANSMISIONES AUTOMATICAS		AZUL CLARO	NEGRO	NEGRO	AZUL CLARO
	MULTIPROPOSITO	CREMA	NEGRO	NEGRO	CREMA
	ALTAS TEMPERATURAS	GRIS CLARO	NEGRO	NEGRO	GRIS CLARO
	SINTETICAS	VINO TINTO	BLANCO	BLANCO	VINO TINTO
LUBRICANTE DE PELICULA SOLIDA		CAFÉ	AMARILLO	AMARILLO	CAFÉ

Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

Esta codificación de los colores debe figurar de la siguiente manera; tomando como ejemplo un aceite de tipo Hidráulico:

Figura 7. Ejemplo para la identificación de los contenedores de lubricantes.



Fuente: El autor

6.2.14.2. Símbolos geométricos para identificar frecuencias de lubricación

Para la adecuada frecuencia de lubricación de los equipos, además de las recomendaciones del fabricante es necesario indicarles a partir de simbología que represente estos periodos de lubricación, con el objetivo de evitar errores en las rutinas de lubricación o para el cambio de los lubricantes.









Es una buena práctica marcar con el símbolo los puntos de lubricación por maquina correspondiente a la periodicidad de lubricación del mecanismo, acompañado en letras del grado de viscosidad del lubricante y el color indicador dependiendo de su aplicación

El tamaño de los símbolos independientemente de su geometría debe ser de 25mm con tamaño de las letras en el símbolo de 5mm, o en lo posible una medida alternativa de 15 mm en la figura geométrica con 3mm en el tamaño de la letra.

Los símbolos se deben fabricar dependiendo al ambiente expuesto, que por lo general son fabricados en un plástico flexible y resistente a la corrosión como un acrílico y asegurándolos con un adhesivo resistente.⁶

⁶ Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

Tabla 3. Símbolos geométricos para especificación de frecuencias de lubricación.

FRECUENCIA	SÍMBOLO
DIARIO	
SEMANAL	
QUINCENAL	
MENSUAL	
BIMENSUAL	
TRIMESTRAL	
SEMESTRAL	
ANUAL	

Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

6.3. MARCO NORMATIVO

Tomando como marco normativo el instituto colombiano de normas técnicas y certificación ICONTEC, su normativa técnica 1840 del 20-6-2012, que lleva como título PETROLEO Y SUS DERIVADOS. BASES LUBRICANTES, indica los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales se deben someter las bases lubricantes vírgenes derivadas del petróleo, usadas en la fabricación de grasas y aceites para el uso automotor o de uso industrial, de tal manera que se referencian las características importantes de los fluidos indispensables para el conocimiento tales como lo son normas ASTM, definiciones, clasificación, designación, requisitos de viscosidad, fluidez, punto de inflamación, corrosión, contenido de agua, pruebas de emulsibilidad, contenido de azufre, color, volatilidad, entre otros.

Esta norma brinda herramientas en cuanto al conocimiento general en los lubricantes para su adecuado uso teniendo en cuenta su aplicación, ya sea de carácter automotriz o industrial; determinación del lubricante en cuanto a las características que presenten como su viscosidad, fluidez, contenidos, volatilidad; además del manejo del lubricante y su modo de transporte y tratamiento una vez cumple su vida útil.¹

6.3.1. PROPIEDADES FISICAS

Gravedad específica: Ésta se define como la relación peso de un volumen dado de aceite y el peso de un volumen idéntico de agua a una temperatura específica. Su regla general es a 15,6°C (**Método ASTM D-287**).

Color o fluorescencia: Solo es un indicativo para dar punto de partida a un aceite nuevo, no tiene nada que ver con su calidad, es característico por cada fabricante y solo sirve para comparar un aceite nuevo y uno usado. (**Método ASTM D-1500**).

Viscosidad: Es la resistencia interna a fluir que presentan las moléculas de un líquido cuando pasan una al lado de la otra en movimiento y a una temperatura determinada. Esta manifiesta un aumento en la fricción interna que trae como consecuencia un aumento de temperatura (**Método ASTM D-88 y ASTM D-445**).

Índice de viscosidad: Se define como la mayor o la menor viscosidad de un aceite lubricante cambios de temperatura. Esto a gran importancia ya que a altas temperaturas un aceite lubricante tiende a reducir la viscosidad y romper la película lubricante mientras que si sucede lo contrario a bajas temperaturas presenta tendencia a no fluir y no realizar un trabajo adecuado (**Método ASTM. 567**).

Rigidez dieléctrica: Es la capacidad de aislamiento eléctrico que poseen los aceites lubricantes y se determina por la tensión que produce un arco eléctrico permanente entre dos electrodos sumergidos en este (**Método ASTM D1816**).

6.3.2. PROPIEDADES TERMICAS

Punto de inflamación o chispa: Es la temperatura mínima a la cual los aceites lubricantes pueden llegar antes de generar llama o chispa (**Método ASTM D-92 y ASTM D-93**).

Punto de combustión: Es el punto de temperatura en el cual un aceite lubricante forma gases suficientes para mantener una llama durante 5 segundos como mínimo. Este suele estar entre los 30°C y los 60°C superior al de inflamación. Los puntos de inflamación y de combustión no deben ser confundidos con los de auto inflamación que es la temperatura a la cual se inflama el lubricante y se quema sin necesidad de aplicar llama o chispa (**Método ASTM D-92 y ASTM D-93**).

Punto de fluidez: Es la temperatura máxima donde el aceite todavía es un fluido y se define como la temperatura 2,7°C por encima de la cual el aceite se mantiene en su composición cuando se inclina el recipiente donde está alojado (**Método ASTM D- 97**).

Punto de floculación: Es la temperatura máxima donde se empieza a separar el floculado, parafinas u otras sustancias en solución cuando se somete a un proceso de enfriamiento una mezcla conformada por un 10% del aceite y un 90% de fluido refrigerante (**Método ASTM D-97**).

6.3.3. PROPIEDADES QUIMICAS

Residuos de carbón: Es la cantidad de carbón en porcentaje por peso que queda después de que una muestra de aceite es sometida a un proceso de evaporación y pirolisis (**Método ASTM D-189 y ASTM D-524**).

Contenido de cenizas sulfatadas: Está relacionado con la cantidad de materiales no combustibles que pueden estar presentes en el aceite como el polvo y partículas metálicas por superficies desgastadas (**Método ASTM D-482 y ASTM D-874**).

Numero de neutralización (NN) o numero acido total (TAN): Es la relación de miligramos de una base estándar (KOH), que es necesario añadirle a un gramo de aceite para neutralizarle los ácidos que contenga (**Método ASTM D-664 y ASTM D-974**).

Numero básico total (TBN): Hace referencia a la alcalinidad de un aceite nuevo y especifica la cantidad en miligramos de un ácido (HCL) que es necesario añadirle a cada gramo de aceite nuevo para neutralice las sustancias básicas que posee. **(Método ASTM D-664 y ASTM D-2896).**

Punto de anilina: Indica la cantidad de hidrocarburos saturados no reactivos en aceite lubricante y permite determinar la composición de la base y tendencia a deformar sellos de caucho en las maquinas que lubrican con aceite lubricante. **(Método ASTM D- 611).**

Corrosión al cobre: Determina la tendencia del aceite lubricante a presentar corrosión en metales blancos tales como el babbit, cobre, bronce, entre otros **(Método ASTM D-130).**

Herrumbre: Determina en los aceites lubricantes a la reacción química presente por materiales ferrosos tales como el hierro o el acero, los cuales pueden hacer presentar en el lubricante una especie de oxidación dependiendo del tipo de metal que corroa el aceite **(Método ASTM D-665)**

6.3.4. PROPIEDADES SUPERFICIALES

Demulsibilidad: Es la resistencia de un aceite a emulsificarse con el agua cuando se encuentra en presencia de esta **(Método ASTM D-1401 y ASTM D-2711).**

Aero emulsión o atrapamiento de aire: Es una emulsión aire-aceite por burbujas pequeñas de aire, de tamaño bastante inferior a los de la espuma superficial, dispersas en la masa del aceite. **(Método ASTM D-892).**

Formación de espuma: Es la espuma generada en el aceite lubricante generada por distintas circunstancias tales como la agitación, disminución de presión exterior y un aumento de la viscosidad de la fase líquida **(Método ASTM D-892).**

Tensión interfacial: Es el grado de resistencia que ofrecen dos líquidos que no son miscibles a su separación cuando estos se ponen en contacto **(Método ASTM D-971)**

6.3.5. CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LAS GRASAS

Consistencia: En las grasas es una medida de dureza relativa y se puede definir como la propiedad de fluidez de la misma cuando se aplica una presión determinada a una temperatura específica. Esta característica se da de acuerdo con la penetración ASTM, con su correspondiente valor en NLGI (**Método ASTM D-217**).

Viscosidad aparente: Está relacionada en las grasas cuando disminuye la viscosidad aparente aumenta la temperatura o el régimen de esfuerzo cortante.

Punto de goteo: Se define como la temperatura a la cual la grasa pasa de un estado semisólido a sólido plástico, a líquido y fluye a través de un orificio estándar en las condiciones de ensayo (**Método ASTM D-566 y ASTM D-2265**).

Estabilidad mecánica: Es la propiedad que tienen las grasas de retener su consistencia, aspecto de fabricación cuando está sometida a un trabajo crítico o su capacidad para volver a un estado original (**Método ASTM D- 1813**).

Color: Esta característica no aplica para distinguir calidad en la grasa, solo es un indicador que da el fabricante para su distinción.

Aspecto: Es la apariencia de la grasa a ser mantecosa, fibrosa, suave y de esta apariencia depende la viscosidad del fluido, tipo de espesante, presencia de aditivos y procesos de fabricación.

Protección contra corrosión: Esta característica dependerá del tipo de jabón metálico utilizado en la fabricación de la grasa, capacidad para formar y mantener un sello que proteja la superficie lubricada.

Estabilidad a la oxidación: Es la resistencia de la grasa al deterioro químico durante su almacenamiento y operación causada por la exposición al aire (**Método ASTM D-942**)

Resistencia al lavado por agua: Es la característica que permite no modificar la estructura molecular de la grasa al entrar en contacto con el agua como lo es en gran parte las grasas sódicas.

Perdida de evaporación: Es la capacidad que poseen las grasas a no evaporar fracciones volátiles de aceite, esto con el fin de evitar el endurecimiento de la misma.

¹NTC 1840 del 20-6-2012, Petróleo y sus derivados. Bases lubricantes.

6.4. ESTADO ACTUAL

Actualmente la compañía general de Aceros S.A. busca los más altos estándares de calidad, minimizar el impacto ambiental en sus procesos y asegurar el bienestar de sus trabajadores. Por tal motivo el departamento de mantenimiento es una herramienta altamente necesaria para lograr estos objetivos.

Los equipos tienen su plan de mantenimiento preventivo, permitiendo que estos perseveren su estado de manera óptima y confiable para los procesos productivos; un factor importante dentro de esta estrategia de mantenimiento es la lubricación, la cual se lleva de manera rutinaria pero sin un plan establecido el cual verifique y asegure que las actividades propuestas en se estén desempeñando de manera efectiva. La lubricación es desempeñada por un técnico el cual conoce los equipos y los puntos rutinarios de lubricación para cada uno de los equipos, desconociendo en ocasiones puntos desconocidos pero no menos importantes para las máquinas.

Dentro de la lubricación en planta se identificaron equipos los cuales utilizaban lubricantes no aptos para los sistemas o mecanismos, ocasionando que el rendimiento no fuera el óptimo y en el peor de los casos dañando los sistemas consecuencia de paradas en la maquina por tiempo prolongado.

A grandes rasgos se identificaron falencias significativas como las son:

- Puntos de lubricación sin identificar: EL personal encargado de lubricación desconoce puntos a lubricar y periodos de cambio o verificación de los aceites en los equipos.
- Lubricación con poco control: EL personal encargado de lubricación realiza su rutina a partir del conocimiento empírico que tiene de la máquina y no de un procedimiento recomendado por el fabricante.
- Variedad de proveedores de lubricantes: Se utilizan diferentes marcas de aceites y grasas, las cuales confunden a la hora de lubricar ya que en ocasiones se pueden utilizar lubricantes a homologar y que cumplen la misma función.
- Contaminación de lubricantes: Los lubricantes no tienen un correcto almacenamiento, ya que se encuentran en un lugar donde al mismo tiempo se almacenan otras sustancias como desengrasantes, limpia muebles, refrigerante, entre otros según sea el caso.
- El personal carece de capacitación en tribología: Por tal razón se cometen errores a la hora de la correcta elección de los lubricantes y su correspondiente aplicación.

6.4.1. Almacenamiento y manipulación

El almacenamiento de los lubricantes se realiza una vez llegan por gestión del departamento de compras, donde contenedores como los de 55 galones y 10 galones se ubican de en el espacio que se encuentre disponible y no según una adecuada clasificación teniendo en cuenta los peligros y riesgos que cada uno de los aceites representa para el medio ambiente y la seguridad de los trabajadores.

Figura 8. Almacenamiento actual de contenedores de aceite de 55 galones.



Fuente: El autor

Una vez el personal de mantenimiento requiera los aceites, los retira con ayuda de una bomba de succión y se deposita en contenedores de 5 galones, los cuales previamente se limpian para la disposición del lubricante, pero no tienen la correcta identificación para evitar confusiones en su uso.

Figura 9. Almacenamiento de bidones de aceite de 5 galones.



Fuente: El autor

6.4.2. Disposición ambiental de los lubricantes

Siendo el impacto ambiental uno de los pilares fundamentales para la Compañía General de Aceros S.A., la disposición de los lubricantes se desarrolla de una manera controlada y eficaz, de tal manera que los residuos peligrosos generados por la producción se ven minimizados.

El personal de mantenimiento se encarga de dar aviso para que los contenedores en los cuales se da la disposición final de los lubricantes no se llenen por completo y sean despachados de manera oportuna por el proveedor encargado de esta tarea; los derrames de aceite que son originarios por fugas en las maquinas son corregidos oportunamente y se disponen en su lugar adecuado.

Figura 10. Contenedor para la disposición final de los aceites usados.



Fuente: El autor

Figura 11. Procedimiento de disposición final de lubricantes usados en las máquinas.



Fuente: El autor

6.4.3. Lubricantes actualmente utilizados

Los lubricantes que actualmente utilizan los equipos son de diversas marcas utilizados para los diferentes sistemas y mecanismos que se lubrican.

Tabla 4. Lubricantes utilizados en Compañía General de Aceros, Sucursal AV. 68.

LUBRICANTE	MARCA	APLICACION
TELLUS 46	Shell	Unidades hidráulicas
TELLUS 10	Shell	Intercambiador Calor
TONNA 68	Shell	Lubricación de guías
OMALA 220	Shell	Lubricación Reductores
GADUS S2 V220	Shell	Grasa multipropósito
CHAIN 3000	Shell	Lubricación para cadenas
DTE 24	Mobil	Unidades hidráulicas
VACTRA N° 2	Mobil	Lubricación de guías
FRIXO 177 EP	Frixo	Grasa multipropósito
ISOFLEX NBU 15	Kluber	Grasa para Husillos

Fuente: El autor

7. RESULTADOS

7.1. PLANES DE MEJORA PARA LA LUBRICACION EN PLANTA

En el proceso para determinar las rutinas y cartas de lubricación para los equipos en planta, es necesario establecer planes de acción que complementen este proceso. De tal manera que a la hora de implementar el plan industrial de lubricación el personal cuente con las competencias necesarias en lubricación y no sea un tema desconocido e irrelevante; además de brindar oportunidades de mejora a la compañía las cuales se pueden gestionar para incrementar la productividad en lubricación en planta.

7.2. AUDITORIA AL CUARTO DE LUBRICANTES

Dentro de la gestión para las mejoras de lubricación en planta, se realizó una auditoria al cuarto de lubricantes por parte de un proveedor externo (SWISSLUB), los cuales brindaron un punto de partida para evidenciar las falencias que se tienen actualmente basándose en la experiencia del proveedor, de tal manera que por iniciativa y los mismos recursos que la compañía brinda poder establecer planes de acción para la mejora (**ver anexo A**). Donde se evalúan aspectos tales como:

7.2.1. Tambores y contenedores

- El cuarto de lubricación debe permanecer bajo limpieza y orden , basándose en la filosofía de las 5S (Clasificar, Organizar, limpiar, Estandarizar y Mantener)
- Los tambores deben permanecer bajo techo, preferiblemente de manera horizontal para evitar acumulación de agua debido a los cambios de temperatura y dilatación de los tambores; de no ser posible ubicarlos sobre una estiba para evitar oxidación y acumulación de agua.
- Los tambores y contenedores deben estar debidamente marcados, identificados con colores que los identifiquen en puntos de uso y de envase.
- Los tambores deben tener un sistema de filtrado para su uso y las bombas deben estar marcadas para cada tipo de aceite, asignándole un uso único para cada tipo de aceite.

- Los aceites deben ser filtrados según el código de limpieza exigido por fabricante para cada sistema de lubricación en el equipo.
- Los contenedores que se encuentren en el exterior temporalmente deben ser cubiertos temporalmente mientras se ubican dentro de las instalaciones.

7.2.2. Pequeños paquetes y grasas

- Se recomiendan baldes, cuñetes u otros empaques almacenados bajo techo sin riesgo de humedad o exposición al ambiente.
- El armario de almacenamiento de los lubricantes debe permanecer ordenado estratégicamente por tipo y limpio.
- Los cartuchos de grasa se deben voltear periódicamente para así evitar separación de aceite y presencia de humedad generada por los cambios de temperatura en el ambiente.
- Las pistolas de engrase deben permanecer bajo techo y cuando no estén en uso, cubiertas con un plástico protector.
- Las pistolas de engrase deben estar debidamente marcadas con un producto único para su uso de tal manera que se prevengan errores de lubricación.
- Si la grasa es aplicada con una bomba neumática se debe despresurizar el plato seguidor de la grasa para evitar separación de aceite en el producto.

7.2.3. Inventario

- Los lubricantes que han cumplido su vida útil deben ser dispuestos en un lugar diferente al almacén de lubricantes e identificarlos como aceite usado.
- El número de marcas y tipos de lubricantes se deben optimizar, de tal manera que se utilicen los lubricantes necesarios y óptimos para los equipos.
- Si existen más de tres tambores del mismo producto en el mismo lugar, se considera el uso a mini granel este producto.
- Los tambores y canecas deben ser desocupados por completo antes del reciclaje.

- Es recomendable tener el suficiente inventario del producto a la mano en dado caso de presentarse una emergencia o retrasos en la entrega de los lubricantes.

7.2.4. Programa de gestión

- Es recomendable capacitar en fundamentos de lubricación y en control de lubricación, a los involucrados con la gestión de mantenimiento de los equipos.
- Las personas destinadas para la gestión del almacenamiento de los lubricantes y el uso de los mismos deben ser competentes e involucrados con el mantenimiento, limpieza y orden.
- El cuarto de almacenamiento de lubricantes debe estar ubicado de manera estratégica para las operaciones.
- Es adecuado realizar procedimientos para el almacenamiento y manipulación de los lubricantes. Además de su publicación, divulgación e implementación.
- El mantenimiento del cuarto y armario de los lubricantes debe tener lista de órdenes de trabajo para asegurar su cumplimiento.
- Es necesario tener un procedimiento publicado, divulgado e implementado para la gestión en caso de derrames o liberación accidental de lubricantes.
- Es recomendable realizar un seguimiento de auditoria periódico al almacenamiento y manejo de los lubricantes.

7.2.5. Prácticas de seguridad/ medio ambiente

- Las hojas informativas de sustancia peligrosa (MSDS) se deben ubicar en el cuarto de almacenamiento de los lubricantes, además de capacitar al personal sobre los riesgos asociados con el manejo de lubricantes.
- Los elementos de contención como bandejas, canales para los aceites se deben drenar periódicamente para evitar desbordes.
- Los aceites usados y sin usar deben estar alejados y debidamente identificados.
- No es recomendable almacenar por tiempos largos lubricantes ya que pueden perder propiedades o humedecerse con el tiempo.
- Es importante disponer de material absorbente como estopa en el cuarto de almacenamiento para corregir pequeñas fugas o derrames.

- Los lubricantes se deben almacenar lejos del alcance de las llamas.

7.2.6. Auxiliares

- Los embudos deben ser limpiados antes y después de su uso y protegidos con un plástico.
- Los filtros de aceite deben ser almacenados bajo techo y protegidos contra factores como el polvo.
- Los filtros en los sistemas deben tener su periodo de caducidad y periodos de limpieza.
- Es apropiado tener disponibilidad trapos para limpieza general en el almacén de lubricantes.

7.3. CAPACITACION AL PERSONAL TECNICO EN EL MANEJO DE CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION

Un factor importante para que las acciones de mejora para la lubricación en planta sean claras y se desarrollen objetivamente, es a partir de la capacitación del personal técnico de mantenimiento, ya que el personal interactúa con la lubricación en planta y son los actores fundamentales para que las actividades se puedan desarrollar.

Para dar cumplimiento a esta estrategia se desarrolla capacitación al personal, donde se capacita para la nueva estrategia para lubricación en planta que incluye.

- Explicación del código internacional de colores para identificación de lubricantes (Tabla 2).
- Interpretación de la simbología geométrica para la identificación de las frecuencias de lubricación.
- Explicación del modelo de cartas y rutinas de lubricación para la lubricación de los equipos.
- Explicación real en un equipo para las rutinas y cartas de lubricación.
- Generalidades como grados de viscosidad en los lubricantes, aplicaciones y generalidades en tribología.

(Ver anexo B: Instructivo de capacitación para identificación de lubricantes)

Figura 12. Capacitación para técnicos de mantenimiento en el manejo del código internacional de lubricantes para identificación de lubricantes.



Fuente: El autor

Figura 13. Capacitación en campo para técnicos de mantenimiento en el manejo de cartas y rutinas de lubricación.



Fuente: El autor

7.4. MARCACION ADECUADA DE LOS LUBRICANTES Y PUNTOS DE LUBRICACION

La correcta identificación de los lubricantes en sus contenedores, bidones o aceiteras es un principio indispensable en lubricación ya que de esta manera se evitan confusiones con el correcto uso de los lubricantes en los sistemas de la maquinaria de la planta, y para ello se establece la identificación de los contenedores de aceite según lo establece el código internacional de colores para la identificación de lubricantes (Tabla 2).

Las etiquetas con la identificación de lubricantes correspondientes a los contenedores de aceite, se imprimieron de tal manera que fuesen legibles a la distancia con un tamaño de (16x8) centímetros, teniendo en cuenta que al ser estos expuestos al medio ambiente y las mismas condiciones de los lubricantes se plastificaron con papel contact transparente para evitar la degradación de los mismos.

Figura 14. Aceitera identificada según código internacional de colores para la identificación de lubricantes



Fuente: El autor

Figura 15. Bidones de aceite identificados según código internacional de colores para la identificación de lubricantes



Fuente: El autor

Figura 16. Aceiteras y pequeños contenedores de lubricantes identificados según código internacional de colores para la identificación de lubricantes



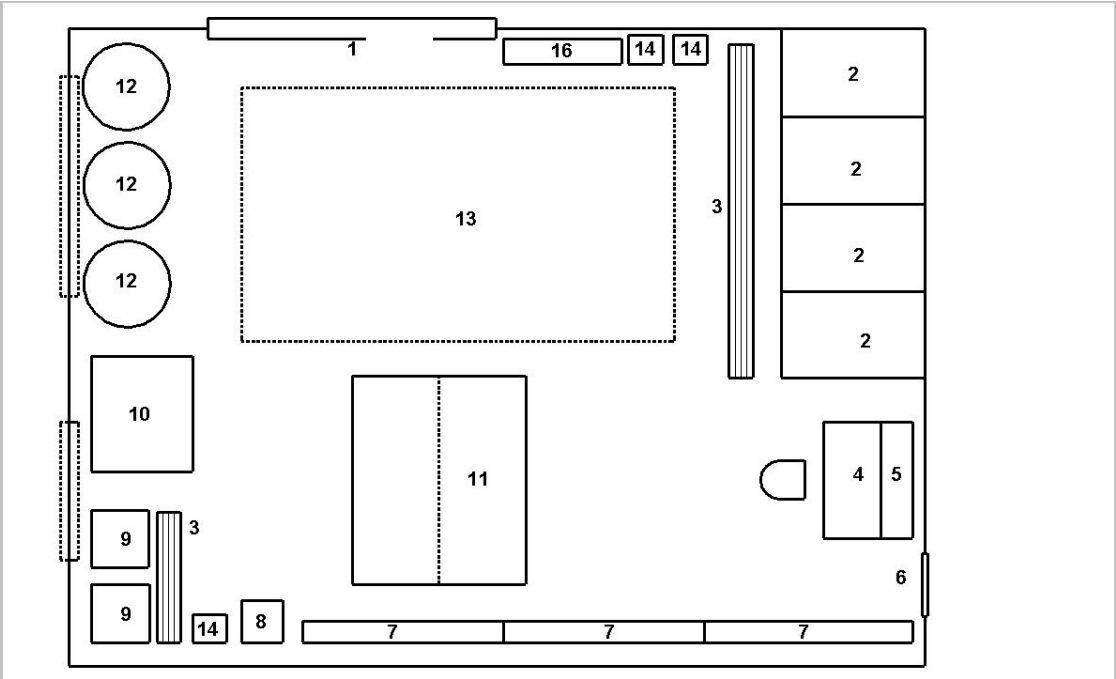
Fuente: El autor

7.5. OPORTUNIDAD DE MEJORA PARA CUARTO DE LUBRICANTES

Cuarto actual de lubricantes evidencia aspectos poco favorables para la óptima lubricación en planta, como los mencionados en la auditoria del proveedor externo, además de dificultades por su misma delimitación espacial, es decir que no se cuanta con los recursos necesarios que un cuarto de lubricantes debería poseer **(Ver anexo F)**.

Para esto se determina una posible mejora para el óptimo desempeño del cuarto de lubricantes y del personal encargado de la lubricación, dando a conocer la necesidad tales como de un área más amplia, la buena clasificación de los lubricantes, la buena recepción y almacenamiento de los mismos, la ubicación de kits de emergencia en caso de derrames, las herramientas óptimas para el trabajo con lubricantes, ventilación, entre otros **(Ver anexo G)**.

Figura 17. Diseño típico de un cuarto auxiliar de lubricantes



Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

Tabla 5. Numeral y descripción del diseño típico de un cuarto auxiliar de lubricantes

NUMERO	DESCRIPCION
1	Puerta de descargue de tambores y de emergencia
2	Estructuras metálicas para almacenamiento de tambores horizontalmente
3	Rejillas de drenaje
4	Escritorio

Tabla 5. (Continuación)

5	Archivo e información de lubricación
6	Puerta de descargue de tambores y de emergencia
7	Armarios metálicos para los operarios de lubricación
8	Tambor para desperdicios de lubricantes
9	Tanques para limpieza de equipos
10	Equipos para purificación de aceite
11	Banco de trabajo y armarios para guardar herramientas (graseras, bombas etc.)
12	Tambores de grasa con sus respectivas bombas
13	Área de almacenamiento de containers de aceite
14	Extinguidores
15	Ventiladores
16	Depósitos de aserrín u otros absorbentes

Fuente: Albarracín Aguilón Pedro Ramón .Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

7.6. ANALISIS PREDICTIVO DE ACEITES

Con el análisis predictivo de aceites se busca adoptar acciones correctivas antes que los elementos lubricados en las maquinas fallen, con el fin de evitar paradas inesperadas que a la final se traducen en tiempos muertos de producción.

Para la realización de esta labor se gestionó un proveedor dedicado a los análisis de aceites con el cual se establecieron fechas propuestas para analizar los sistemas de lubricación en las máquinas y así percibir tempranamente problemas con los aceites como lo es el caso de emulsión, humedad, perdida de propiedades,

partículas metálicas encontradas, entre otras anomalías que puedan perjudicar los equipos.

Las visitas en planta son realizadas en base a un calendario establecido según acuerdo entre la compañía General de Aceros S.A y el proveedor, para así garantizar trazabilidad y seguimiento a los sistemas que involucran aceite en las máquinas.

En total se realizaron 10 análisis de aceites para los centros de mecanizados CNC para cada componente crítico en los equipos. **(Ver anexo C)**

Tabla 6. Tabla de resultados en el análisis predictivo de aceites

EQUIPO	ACEITE	COMPONENTE	ESTADO DEL ACEITE	OBSERVACION
CNC AJV 25	SHELL VACTRA 2	LUBRICACION DE GUIAS	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
	SHELL TELLUS 10	REFRIGERACION HUSILLO	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
CNC AJV 35	SHELL TONNA 68	LUBRICACION DE GUIAS	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
	SHELL TELLUS 10	REFRIGERACION HUSILLO	MARGINAL	CONCENTRACION DE AGUA
CNC VTC	MOBIL DTE 24	LUBRICACION DE GUIAS	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
CNC HARTFORD	MOBIL DTE 24	LUBRICACION DE GUIAS	MARGINAL	VISCOCIDAD MAYOR
	SHELL TELLUS 10	REFRIGERACION HUSILLO	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD

Tabla 6. (Continuación)

TORNO NEXUS 350	SHELL VACTRA 2	LUBRICACION DE GUIAS	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
CNC H 630	SHELL TONNA 68	LUBRICACION GENERAL	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD
CNC H 800	MOBIL DTE 24	LUBRICACION GENERAL	NORMAL	NINGUNA ANORMALIDAD

Fuente: El auto

7.7. DISEÑO DE RUTINAS Y CARTAS DE LUBRICACION PARA CENTROS DE MECANIZADO CNC

Los centros de mecanizado CNC para la Compañía General de Aceros S.A. sucursal Av.68 representan los equipos de más alto grado de criticidad en la producción, es decir que el costo en producción de los equipos son los más relevantes en planta contra los demás y ameritan un mayor seguimiento y atención de sus necesidades. Atendiendo a esta necesidad se diseñaron las respectivas rutinas y cartas de lubricación en cada uno de los centros de mecanizado CNC para así poder garantizar el seguimiento propicio de las actividades de lubricación y poder llegar optimizar el funcionamiento adecuado en la maquinaria.

7.7.1. Cartas de lubricación

Las cartas de lubricación consisten en un instructivo gráfico y explicativo para lograr la plena identificación de los puntos de lubricación en los equipos. Garantizando que la persona encargada de lubricación realice sus actividades sin pasar por alto puntos importantes, reconociendo las periodicidades, tipos de lubricante y herramientas a utilizar durante labor de lubricación en los equipos.

7.7.1.1. Formato para la carta de lubricación

En el diseño de la carta de lubricación, se expone de manera breve y detallada la manera de realizar las actividades de lubricación, el cual consta de los siguientes ítems:

Código. Indica la codificación interna propia de la compañía para el formato de carta de lubricación.

Versión. Indica la versión del código, que es susceptible a cambios futuros.

Ubicación técnica. Establece el código interno que cada máquina posee para su identificación.

Equipo. El nombre de fábrica del equipo.

Cuadro de convenciones. De manera gráfica se indican las tablas de frecuencias de lubricación (ver tabla 2) y Código internacional de colores para la identificación de lubricantes (ver tabla 3).

Lubricantes a utilizar. Se indican los lubricantes que cada equipo requiere para la lubricación de sus componentes

Observación pre operacional para lubricación. Establece una anotación pre operacional importante para las actividades de lubricación.

Sistema. Hace referencia al sistema, mecanismo o unidad a lubricar y además va acompañado con fotografías del sistema para su plena identificación.

Tabla de inspección para la lubricación. Se indica de manera práctica el componente a lubricar, su frecuencia de lubricación, el tipo de lubricante, la cantidad suministrada, método de aplicación, símbolo y observaciones para la actividad.

Tabla 7. Tabla de inspección para la lubricación. Adjunta en la carta de lubricación.

COMPONENTE DE LUBRICACION (SISTEMA)	FRECUENCIA	LUBRICANTE	CANTIDAD	METODO DE APLICACIÓN	SIMBOLO	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						


Fuente: El autor

Todos los ítems vienen diligenciados en el formato y no hay necesidad de llenar ningún campo. Cabe resaltar que el formato es a color para identificar el color correspondiente a cada aceite y su mejor presentación.

Con la información de estos formatos se desarrollaron las diferentes cartas de lubricación para los centros de mecanizado CNC (**Ver anexo D**); para un total de 10 formatos de carta de lubricación.

7.7.1.2. Formato establecido para la carta de lubricación

Figura 18. Formato de carta de lubricación establecido

 Cia. General de Aceros S.A.	CARTA DE LUBRICACION PARA MAQUINAS	Código Version Ubic. Tecnica Equipo																																														
	CUADRO DE CONVENCIONES		LUBRICANTES A UTILIZAR																																													
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">FRECUENCIA</th> <th style="text-align: center;">SIMBOLO</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">DIARIO</td><td style="text-align: center;">○</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SEMANAL</td><td style="text-align: center;">△</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">QUINCENAL</td><td style="text-align: center;">◇</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">MENSUAL</td><td style="text-align: center;">□</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">BIMENSUAL</td><td style="text-align: center;">⬢</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">TRIMESTRAL</td><td style="text-align: center;">⬡</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">SEMESTRAL</td><td style="text-align: center;">▭</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ANUAL</td><td style="text-align: center;">▭</td></tr> </table>	FRECUENCIA	SIMBOLO	DIARIO	○	SEMANAL	△	QUINCENAL	◇	MENSUAL	□	BIMENSUAL	⬢	TRIMESTRAL	⬡	SEMESTRAL	▭	ANUAL	▭	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">(SEGÚN CODIGO INTERNACIONAL DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LUBRICANTES)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">TIPO DE LUBRICANTE</th> <th style="text-align: center;">COLOR PARA IDENTIFICAR EL ACEITE</th> <th style="text-align: center;">COLOR DEL NOMBRE DEL ACEITE</th> </tr> <tr><td style="text-align: center;">ACEITE PARA REDUCTORES</td><td style="text-align: center;">BLANCO</td><td style="text-align: center;">ROJO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ACEITE PARA SISTEMAS HIDRAULICOS</td><td style="text-align: center;">VERDE OSCURO</td><td style="text-align: center;">BLANCO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">ACEITE PARA CAJAS</td><td style="text-align: center;">VERDE ESMERALDA</td><td style="text-align: center;">NEGRO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">GRASAS MULTIPROPOSITO</td><td style="text-align: center;">CREMA</td><td style="text-align: center;">NEGRO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">GRASAS SINTETICAS</td><td style="text-align: center;">VINO TINTO</td><td style="text-align: center;">BLANCO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">COMPRESORES DE AIRE</td><td style="text-align: center;">ROJO</td><td style="text-align: center;">BLANCO</td></tr> <tr><td style="text-align: center;">LUBRICANTES DE PELICULA SOLIDA</td><td style="text-align: center;">CAFÉ</td><td style="text-align: center;">AMARILLO</td></tr> </table>	(SEGÚN CODIGO INTERNACIONAL DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LUBRICANTES)			TIPO DE LUBRICANTE	COLOR PARA IDENTIFICAR EL ACEITE	COLOR DEL NOMBRE DEL ACEITE	ACEITE PARA REDUCTORES	BLANCO	ROJO	ACEITE PARA SISTEMAS HIDRAULICOS	VERDE OSCURO	BLANCO	ACEITE PARA CAJAS	VERDE ESMERALDA	NEGRO	GRASAS MULTIPROPOSITO	CREMA	NEGRO	GRASAS SINTETICAS	VINO TINTO	BLANCO	COMPRESORES DE AIRE	ROJO	BLANCO	LUBRICANTES DE PELICULA SOLIDA	CAFÉ	AMARILLO	
	FRECUENCIA	SIMBOLO																																														
DIARIO	○																																															
SEMANAL	△																																															
QUINCENAL	◇																																															
MENSUAL	□																																															
BIMENSUAL	⬢																																															
TRIMESTRAL	⬡																																															
SEMESTRAL	▭																																															
ANUAL	▭																																															
(SEGÚN CODIGO INTERNACIONAL DE COLORES PARA IDENTIFICACION DE LUBRICANTES)																																																
TIPO DE LUBRICANTE	COLOR PARA IDENTIFICAR EL ACEITE	COLOR DEL NOMBRE DEL ACEITE																																														
ACEITE PARA REDUCTORES	BLANCO	ROJO																																														
ACEITE PARA SISTEMAS HIDRAULICOS	VERDE OSCURO	BLANCO																																														
ACEITE PARA CAJAS	VERDE ESMERALDA	NEGRO																																														
GRASAS MULTIPROPOSITO	CREMA	NEGRO																																														
GRASAS SINTETICAS	VINO TINTO	BLANCO																																														
COMPRESORES DE AIRE	ROJO	BLANCO																																														
LUBRICANTES DE PELICULA SOLIDA	CAFÉ	AMARILLO																																														
OBSERVACION PRE OPERACIONAL PARA LUBRICACION																																																
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> ¡LAS AREAS Y/O PUNTOS DE LUBRICACION DEBEN SER PREVIAMENTE LIMPIADOS ANTES DE SU APLICACIÓN! </div>																																																
SISTEMA:																																																
	COMPONENTE DE LUBRICACION (SISTEMA)	FRECUENCIA	LUBRICANTE	CANTIDAD	METODO DE APLICACIÓN	SIMBOLO	OBSERVACIONES																																									
1																																																
2																																																
3																																																
4																																																
5																																																
6																																																
7																																																
8																																																
9																																																
10																																																

Fuente: El autor

8.1.2. Rutinas de lubricación

Las rutinas de lubricación indican el procedimiento paso a paso para las actividades de lubricación a partir de un cronograma, fechas, tiempos indicados para lubricación y cambios de lubricantes, para que de esta manera se lleve una trazabilidad en las operaciones que en lubricación corresponde realizadas por el lubricador o los técnicos en los equipos. Esto con la finalidad de llevar un registro ordenado donde se evidencie el cumplimiento de las fechas propuestas e intervenciones realizadas y así asegurar la calidad de funcionamiento en las máquinas.

8.1.2.1. Formato para la rutina de lubricación

En el diseño de la rutina de lubricación, se expone de manera breve y detallada la manera de realizar las actividades de lubricación e ir registrando estas y la componen los siguientes ítems:

Código. Indica la codificación interna propia de la compañía para el formato de carta de lubricación.

Versión. Indica la versión del código, que es susceptible a cambios futuros.

Ubicación técnica. Establece el código interno que cada máquina posee para su identificación.

Equipo. El nombre de fábrica del equipo.

Fecha en plan. La fecha propuesta para realizar las actividades, teniendo en cuenta que hay actividades que se realizan en diferentes periodos como lo son cambios de aceite.

Hora de inicio. La hora en la que inicia las labores de lubricación en planta, esto con el fin de tener el seguimiento de tiempos y evitar desviaciones.

Fecha de ejecución. Indica la fecha en el día real en el que se inicia la lubricación del equipo.

Tiempo total. Tiempo real en el que duro realizando la rutina de lubricación.

Tabla de inspección para la rutina de lubricación. Esta indica el procedimiento de lubricación en cada equipo con el fin de evitar que se olviden puntos importantes y se registren observaciones diarias que se tuvieron en las actividades.

Tabla 8. Tabla de inspección para la rutina de lubricación. Adjunta en la rutina de lubricación.

NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO EN LA CARTA	PUNTO DE LUBRICACIÓN	TIPO DE LUBRICANTE	CANTIDAD	MÉTODO DE APLICACIÓN	OBSERVACIÓN				
					L	M	M	J	V

Fuente: El autor.

Observaciones generales. En este campo se diligencian las observaciones, novedades detectadas durante la rutina de lubricación en el equipo.

Realizó. Se diligencia con nombre claro quien realizo la rutina de lubricación en el equipo.

Revisó. Se diligencia con nombre claro quien reviso las tareas establecidas en la rutina de lubricación.

Con la información de estos formatos se desarrollaron las diferentes rutinas de lubricación para los centros de mecanizado CNC (**Ver anexo E**); para un total de 10 formatos de carta de lubricación.

8.1.2.2. Formato establecido para la rutina de lubricación

Figura 19. Formato de rutina de lubricación establecido

[illegible]

Fuente: El autor

8.2. METODO UTILIZADO PARA EL DISEÑO DE LAS CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION

El diseño de las cartas y rutinas de lubricación requirieron elementos incorporados para poder ser plenamente entendibles y atender a las necesidades propias para cada uno de los centros de mecanizado CNC; en donde se plasmaron elementos que deben ser comunes tanto en la carta como en la rutina de lubricación como los son **(Ver tabla 7 y 8)**.

Componente de lubricación (Sistema): Se cita el componente o sistema de la maquina donde se realizara la tarea de lubricación.

Frecuencia: En este apartado se indica textualmente los periodos en los cuales se realizaran las tareas de lubricación. Tanto las inspecciones de nivel de lubricante, los cambios de lubricante o las aplicaciones en los sistemas según se indique.

Lubricante: Indica el tipo de lubricante, ya sea aceite, grasa o lubricante en aerosol, con su respectiva marca y referencia del producto.

Cantidad: Se indica la cantidad de lubricante a utilizar en la tarea, ya sea en forma de bombazos por grasa, cantidades en litros, galones, o según lo indique los niveles visuales en los componentes de cada máquina.

Método de aplicación: La manera en la cual se realizara la tarea de lubricación, ya sea a través de una aceitera, graser, con aerosol, de manera manual o simplemente llenando.

Símbolo: Hace referencia a la periodicidad de las tareas de lubricación según el símbolo geométrico **(ver tabla 3)** y el color correspondiente que indica el lubricante según el sistema de aplicación **(Ver tabla 2)**.

Observaciones: Para el caso de la carta de lubricación propone una mejor descripción de la tarea de descrita. Y para el caso de la rutina de lubricación es un campo donde se indican las novedades encontradas durante las actividades indicadas.

8.3. ELEMENTOS DE MANTENIMIENTO ESTIMADOS PARA LA REALIZACION DEL DISEÑO DE LAS CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION

Con la realización de las cartas de lubricación se determinaron aspectos importantes del mantenimiento como lo son:

Mantenimiento predictivo: A partir del análisis predictivo de aceites realizado, se identificaron razones por las cuales se estaba fallando en lubricación para las maquinas; como lo fue la falta de conocimiento del lubricante adecuado para cada sistema, el aseguramiento del estado de los lubricantes periódicamente y el reconocimiento del estado de lubricantes deteriorados o con pérdida de propiedades.

Mantenimiento preventivo: Con esta estrategia la lubricación garantiza que los planes de lubricación propuestos sean cumplidos a partir de fechas, lineamientos y actividades rutinarias establecidas, los cuales se plasman en las cartas y rutinas de lubricación como las periodicidades, métodos de aplicación, lubricantes a usar, cantidades, frecuencias, entre otros.

Recomendaciones por fabricante: Los únicos que pueden determinar el tipo de lubricante, cantidades necesarias y los periodos de lubricación son los mismos fabricantes de la máquina, ya que estos se establecen a partir del diseño de la máquina y su experiencia en las necesidades propias de cada sistema para así garantizar el óptimo funcionamiento para cada uno de los mismos.

Mejora continua: A partir de la indagación se reconocen nuevas técnicas, avances, métodos para el mejoramiento de la maquinaria, se pueden establecer métodos para facilitar la lubricación como bombas eléctricas, neumáticas, mejores herramientas para lubricar, elementos para el transporte seguro de los tanques, bidones o contenedores, mecanismos eficientes para evitar desperdicios, entre otros.

8.4. RENTABILIDAD PARA LA COMPAÑÍA Y EL DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO AL REALIZAR CARTAS Y RUTINAS DE LUBRICACION PARA LOS CENTROS DE MECANIZADO CNC

Con la ejecución del diseño de las cartas y rutinas de lubricación se identificaron los siguientes aspectos relevantes:

- Sistemas o mecanismos que pueden ocasionar paradas muy significativas por fallos en sus componentes al no realizarse la oportuna lubricación según un plan establecido, como se evidencio en el daño de cajas reductoras en máquinas de aserrado de la compañía (**ver figuras 20, 21, 22 y 23**), los cuales fueron el factor detonante para iniciar la intervención temprana con el plan de lubricación en planta para los centros de mecanizado CNC junto a demás equipos y al mismo tiempo asegurar que estos puntos de lubricación no identificados se tuvieran en cuenta dentro de inspecciones por parte del personal técnico de mantenimiento.

Por la insuficiencia de conocimiento en la identificación oportuna de los puntos de lubricación, los costos aproximados por la reparación de los mecanismos en las maquinas fueron los siguientes:

Costo aproximado por sustitución de nueva caja reductora para sierra de corte vertical Cosen: \$ 29.262.132

Costo por fabricación de piñonera nueva para Sierra de corte horizontal Kasto 660: \$ 4.049.200

Dinero el cual pudo haberse obviado al reconocer que estos equipos de aserrado contaban con sistemas de lubricación dentro de sus cajas reductoras y que además ameritaban revisiones periódicas y cambios de lubricante establecidos por el fabricante.

Figura 20. Nivel de aceite vacío de una caja reductora de una Sierra de corte Vertical Cosen



Fuente. EL autor

Figura 21. Piñonera picada en una caja de transmisión de Sierra de corte vertical Cosen por falta de lubricante



Fuente. EL autor

Figura 22. Caja reductora con piñonera destruida de Sierra Kasto 420 Horizontal por falta de lubricante



Fuente. EL autor

Figura 23. Piñonera destruida de Sierra Kasto 660 Horizontal por falta de lubricante.



Fuente. EL autor

la necesidad de realizar análisis predictivos de aceites para la prevención de fallas futuras; el buen empleo e identificación de las herramientas con el fin de evitar daños o confusiones que se ven reflejadas en pérdidas económicas; y el óptimo reconocimiento en el manejo de los lubricantes, sus peligros y consecuencias negativas que pueden a ser para el medio ambiente.

- Se capacito al personal técnico de mantenimiento en técnicas de lubricación, tribología (Con proveedores externos), en identificación de lubricantes según código internacional de colores, la identificación de actividades rutinarias mediante símbolos y el manejo interno en planta de las cartas y rutinas de lubricación.

Con esta estrategia de formar competencias en el personal de mantenimiento se precisa un ámbito diferente para afrontar las actividades de lubricación en planta, para que de esta manera se proporcione al máximo prolongar la vida de la maquinaria y así mismo mejorar la calidad de los productos y la seguridad en las operaciones.

- La plena identificación de los lubricantes a utilizar en planta y que correspondan a cada sistema según la máquina, proporciona a las procedimientos de lubricación en planta una mayor confiabilidad, ya que se determinaron relaciones entre sistemas a lubricar con los lubricantes recomendados por fabricante, sus periodos de revisión y cambios para así llevar mejores controles planeados y de consumos propuestos.

8.4.1. Rentabilidad manifestada por acciones correctivas en lubricación.

Tabla 9. Rentabilidad manifestada por acciones correctivas en lubricación.

SIERRA KASTO 660			
ELEMENTO	CANTIDAD	VALOR TORTAL EN PESOS	ACCIONES PRODUCTIVAS REALIZADAS
RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS 6218 SKF	1	\$ 216.000	Análisis de aceites con seguimiento trimestral (\$ 25.000 pesos por muestra)
RODAMIENTO CONTACTO ANGULAR 3306 ATN9 SKF	1	\$ 123.000	

Tabla 9. (Continuación)

RODAMIENTO RODILLOS CILINDRIC NU 306 ECP SKF	1	\$ 91.400	
RODAMIENTO CONTATO ANGULAR 3208 ATN9 SKF	1	\$ 137.900	
RODAMIENTO DE RODILLOS CILINDRICOS NU 224 ECP	1	\$ 727.700	
RETENEDOR DE ACEITE 180X215X16 CRS1 R	2	\$ 225.400	
RODAMIENTO RIGIDO DE BOLAS 6208 SKF	1	\$ \$ 27.800	
SERVICIO REPARACION PIÑONERIA VOLANTE KASTO	1	\$ 2.500.000	
TOTAL		\$ 4.049.200	
SIERRA COSEN VERTICAL			
CAJA REDUCTORA 1:63 73L (SF-309) PP-160	1	25.556.265	Análisis de aceites con seguimiento trimestral (\$ 25.000 pesos por muestra)
DRIVE WHEEL SVJ-3031	1	3.025.867	
REPARACION VOLANTE SIERRACOKEN VERTICAL	1	680.000	
TOTAL		\$ 29.262.132	
OTRAS ACCIONES RENTABLES DE MEJORA			
CAPACITACIONES EN LUBRICACION Y TRIBOLOGIA PARA PERSONAL DE MANTENIMIENTO	N/A	N/A	Acordado según convenio por análisis de aceites en planta

Tabla 9. (Continuación)

GASTO SEMANAL DE LUBRICANTES	25 Galones	\$ 809.607	Dosificaciones puntuales en los sistemas (\$ 704.358). Ahorro de \$ 105.249 Semanales
------------------------------	------------	-------------------	--

Fuente. El autor

Tabla 10. Vista detallada de gasto semanal en lubricantes

LUBRICANTE	CANTIDAD	COSTO
ACEITE MOBIL VACTRA 2 TAMBOR 55 GL.	5 GAL	\$ 183.518
ACEITE SHELL TELLUS S2 M46	2 GAL	\$ 129.343
ACEITE SHELL OMALA 220	1 GAL	\$ 33.606
ACEITE SHELL (TELLUS) MORLINA S2 BL 10	5 GAL	\$ 196.504
ACEITE MOBIL DTE-24	5 GAL	\$ 150.664
GRASA ALVANIA SHELL GADUS S2 V220 2 18KG	5 LB	\$ 41.687
GRASA FRIXO REF177 MULTIPROPOSITO	5 LB	\$ 74.285
TOTAL		\$ 809.607

Fuente. El autor

8.4.2. Costos estimados para la implementación del proyecto

Tabla 11. Costos estimados para la implementación del proyecto

	Materiales Directos	Costos Indirectos realizados en la empresa	Costos Total de Producción
Elementos de papelería (Hojas, carpetas, lápices, esferos, entre otros.)	\$ 50.000		\$ 50.000
Impresiones de Documentos varios	\$ 30.000		\$ 30.000
Fotocopia de Libros sobre lubricación y tribología	\$ 120.000		\$ 120.000
Impresión de formatos e instructivos de lubricación a color		\$ 80.000	\$ 80.000
Impresión de Rutinas y cartas de lubricación a color		\$ 50.000	\$ 50.000
Impresión de etiquetas para identificación de lubricantes		\$ 30.000	\$30.000
Compra de aceiteras y graseras		\$ 320.000	\$ 320.000
TOTAL	\$ 200.000	\$ 480.000	\$ 680.000

Fuente. El autor

9. CONCLUSIONES.

- Como resultado del estado actual en los centros de mecanizado CNC se encontraron aspectos muy determinantes que afectaban su óptimo funcionamiento, como lo fue la falta de conocimiento en los puntos de lubricación de los sistemas en los equipos, la identificación oportuna de las periodicidades de lubricación o cambio de los aceites y grasas y la falta de capacitación en el personal de mantenimiento para reconocer la importancia de la lubricación en las máquinas. Este reconocimiento de falencias se direcciono bajo programas de capacitación técnica, la colaboración de proveedores externos con análisis y homologación de lubricantes y el diseño de las cartas y rutinas de lubricación.
- Para el departamento de mantenimiento es importante contar con calidad y confiabilidad en sus procesos, ya que esto favorece las buenas condiciones de la producción en planta, reducción de accidentalidad y se lleva un mejor control medio ambiental. Para esto las cartas rutinas y cartas de lubricación son una herramienta eficiente ya que con esto se minimizan perdidas de lubricantes al reconocer las cantidades necesarias, se identifican sistemas importantes a lubricar, se evidencia el reconocimiento de elementos que no se lubricaban, se lleva un seguimiento y trazabilidad adecuado
- Cada uno de los centros de mecanizado CNC obedece a actividades específicas en planta y para poder determinar la mejor manera de realizar cartas y rutinas de lubricación es necesario contemplar el adecuado funcionamiento de cada uno de los sistemas y elementos que hacen parte de la lubricación en cada equipo; esto conseguido a partir de la inspección detallada de los componentes para poder identificarlos como primera parte y enseguida obtener la identificación para los periodos de cambio, llenado de tanques e inspecciones según los catálogos individuales que cada máquina ofrece.
- El departamento de mantenimiento ve reflejada la rentabilidad de la implementación de cartas y rutinas de lubricación en cuanto a que se identificaron sistemas que pueden ocasionar paradas por fallos en sus componentes y sistemas al no ser lubricados; la necesidad de realizar análisis predictivos de aceites para la prevención de fallas futuras; el buen empleo e identificación de las herramientas con el fin de evitar estropeos y confusiones que se ven reflejadas en pérdidas económicas; y el óptimo reconocimiento en el manejo de los lubricantes, sus peligros y consecuencias negativas que pueden traer al medio ambiente.
- Los factores de mantenimiento que se tuvieron en cuenta para la realización de cartas y rutinas de lubricación se desarrollaron bajo principios de mantenimiento predictivo, donde se analizaron los aceites en sus componentes

críticos es decir los de mayor relevancia para su óptimo funcionamiento, identificando de esta manera fallencias que no se pueden apreciar con una simple inspección visual o de tanteo; de mantenimiento preventivo donde establecieron tiempos pactados para la lubricación , cambios de lubricantes, identificación de puntos de lubricación y el uso de los lubricantes según lo indique su sistema; además de los que establece el fabricante quien es el único que determina los tipos de lubricante a usar y permite visualizar con claridad los mecanismos y sistemas más importantes por cada máquina.

REFERENCIAS

Adrián Estuardo Cruz Rosas. Holcim Apasco Planta Orizaba, La Carta de Lubricación: Un Documento Clave en la Gestión de Lubricación en Holcim Apasco, Planta Orizaba. Noria - Revista Machinery Lubrication. Febrero 2009.

Albarracín Aguilón Pedro Ramón. Tribología y Lubricación industrial y Automotriz. Tomo 1. Cuarta Edición. Ingenieros de Lubricación LTDA.

Departamento de mantenimiento, sucursal AV. 68. Compañía General de Aceros S.A.

García Palencia Oliverio (2007), indicadores para la gestión del mantenimiento industrial, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Instituto Colombiano de normas técnicas y certificación. Petróleo y sus derivados. Bases Lubricantes. NTC 1840. Bogotá. 2012.

Manual de mantenimiento (1991), SENA Fedemental, Santafé de Bogotá.

Martínez Pérez Francisco (2002), La tribología, Ciencia y técnica para el mantenimiento (editorial Limusa).

Oloqui Aquiles. Bases para un buen programa de lubricación preventiva. Seminario de ingeniería mecánica. México. Universidad de nuevo león. Facultad de ingeniería mecánica y eléctrica, 1967. 8 P.

Segovia Jean Carlos (2013), Mantenimiento industrial, Plan de lubricación.

ANEXOS